

mensuel
no. 90
décembre
1985

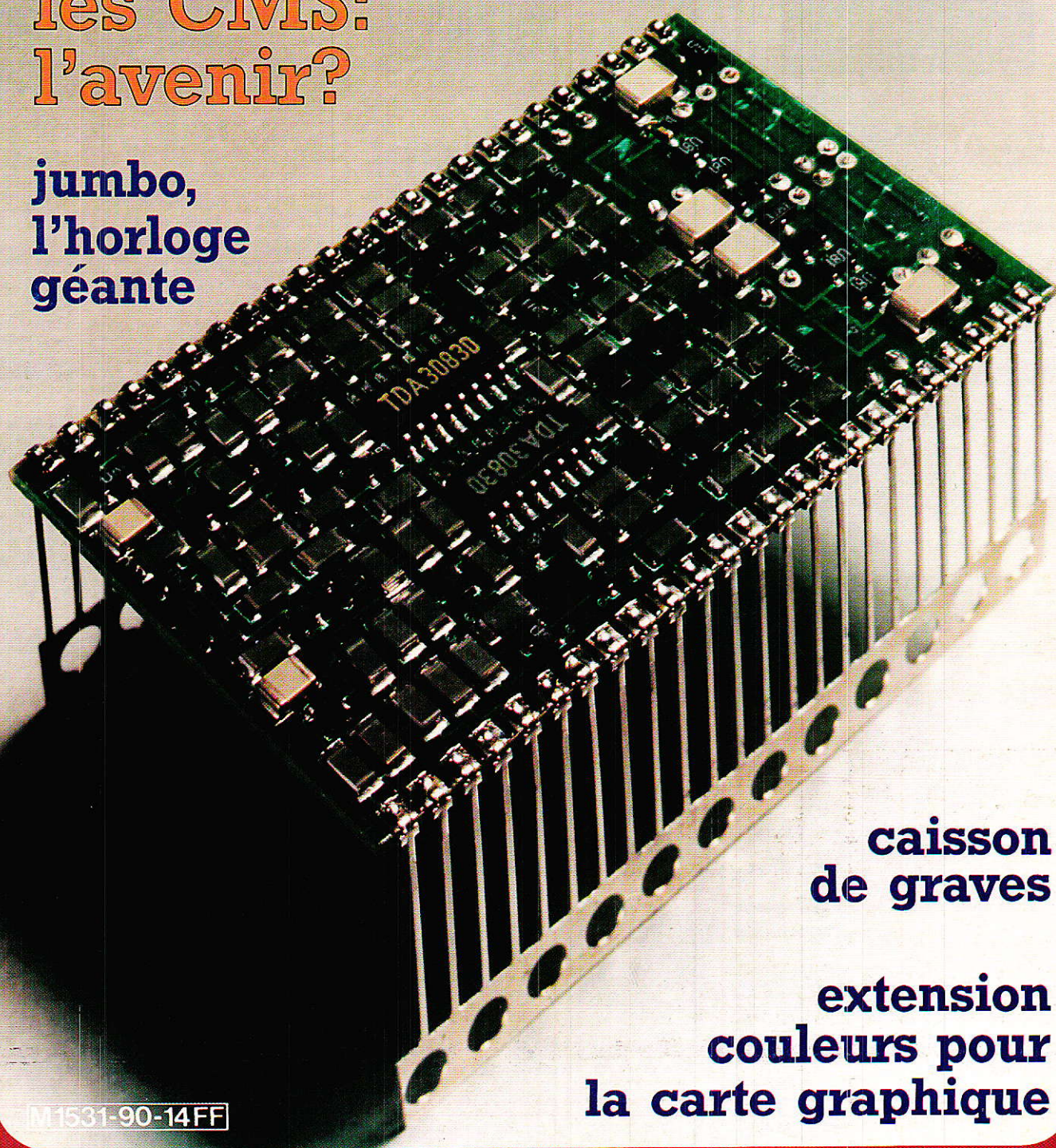
elektor

14 FF
107 FB
5,40 FS

électronique

**les CMS:
l'avenir?**

**jumbo,
l'horloge
géante**



**caisson
de graves**

**extension
couleurs pour
la carte graphique**

M1531-90-14FF

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

elektor sommaire

Fondateur: B. van der Horst

8e année ELEKTOR sarl

Décembre 1985

Route Nationale; Le Seau; B.P. 53;
59270 Bailleul

Tél.: 20.48-68-04, Télex: 132 167 F

Heure: 8h30 à 12h00 et 12h45 à 16h15 du lundi au vendredi.

Banque: Crédit Lyonnais à Armentières, n° 6631-70170E
CCP: à Lille 7-163-54R Libellé à "ELEKTOR SARL".

Pour toute correspondance, veuillez indiquer sur votre enveloppe le service concerné.

ABONNEMENTS:

Elektor paraît chaque mois, les numéros de juillet et d'août sont combinés en une parution double appelée "circuits de vacances". Abonnement pour 12 mois (11 parutions):

France	Etranger	Suisse	par Avion
140 FF	195 FF	64 FS	275 FF

Pour la Suisse: adressez-vous à Urs-Meyer Electronic
CH2052 Fontainemelon

Changement d'adresse: Veuillez nous le communiquer au moins six semaines à l'avance. Mentionnez la nouvelle et l'ancienne adresse en joignant l'étiquette d'envoi du dernier numéro.

COMMANDES: Pour la commande d'anciens numéros, de photo-copies d'articles, de cassettes de rangement, veuillez utiliser le bon en encart.

RÉDACTION:

Philippe Dubois, Denis Mayer, Guy Raedersdorf

Rédaction internationale:

H. Baggen, A. Dahmen, I. Gombos, P. Kersemakers,
E. Krempelsauer, H. Lemmens, P. v.d. Linden,
J. van Rooij, G. Scheil, T. Scherer, L. Seymour.
Laboratoire: J. Barendrecht, G. Dam, K. Diedrich,
L. Nachtmann, A. Seviens, J. Steerman, P. Theunissen.

Coordinateur: K. Walraven

Documentation: P. Hogenboom.

Sécretariat: M. Lacroix, H. Smeets, G. Wijnen.

Maquette: C. Sinke.

QUESTIONS TECHNIQUES:

(concernant les circuits d'Elektor uniquement)

Par écrit: joindre obligatoirement une enveloppe auto-adressée avec timbre (français) ou coupon réponse international.

Par téléphone: les lundis après-midi de 13h00 à 16h15 (sauf en juillet et en août).

PUBLICITÉ: Nathalie DeFrance.

MARKETING: D. Grimm

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION: Robert Safie.

DROITS D'AUTEUR:

Dessins, photographes, projets de toute nature et spécialement de circuits imprimés, ainsi que les articles publiés dans Elektor bénéficient du droit d'auteur et ne peuvent être en tout ou en partie ni reproduits ni imités sans la permission écrite préalable de la Société éditrice ni à fortiori contrefaits.

Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier des droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non-commerciaux.

L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice.

La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication.

Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités contre la rémunération en usage chez elle.

Annonceurs

Pour réserver votre espace publicitaire, pour insérer votre petite annonce: veuillez vous référer à nos dates limites. MERCI.

Prochains numéros:

n° 92 Février	→	6 Janvier
n° 93 Mars	→	3 Février
n° 94 Avril	→	4 Mars

DROIT DE REPRODUCTION

Elektor sarl au capital de 100 000F RC-B 513.388.688
SIRET-313.388.688.000 27 APE 5112 ISSN 0181-7450
N° C.P.P.A.P. 64739 © Elektor sarl 1985 —
Imprimé aux Pays-Bas par NDB 2382 LEIDEN
Distribué en France par NMPP et en Belgique par AMP.

La couleur: carte graphique 4ème partie 12-18

P. Lavigne

Cette carte d'extension n'augmente pas la résolution de la carte graphique publiée en octobre dernier, qui, en fonction des ponts implantés sur la carte principale reste de 512 x 256 ou 512 x 512 (entrelacé), mais offre jusqu'à 16 couleurs sur deux ou quatre pages d'écran, selon le nombre de bancs de mémoire implantés.

Circuit universel de protection pour enceintes actives . 12-27

Il existe actuellement sur le marché des enceintes actives dont le prix dépasse largement celui d'un système audio grand-public. Pour protéger cet investissement, nous avons conçu ce circuit universel de protection, vous proposant ainsi une "assurance tous risques" pour HP.

Centrale téléphonique domestique 12-32

Avec le développement fulgurant de la micro-électronique, il n'est plus possible de trouver un domaine où elle n'ait pas fait son entrée. Le prix des téléphones fabriqués en Extrême-Orient étant très compétitif, les finances ne constituent plus l'obstacle majeur lors de la réalisation d'une centrale téléphonique domestique.

Les CMS 12-37

On aura beau faire, il est impossible d'arrêter le rouleau compresseur de l'évolution. Nous avons l'honneur de vous présenter les seuls composants dont on parle encore dans les brainstormings à haut niveau: les Composants Montés en Surface.

Etoile de Noël 12-43

D. Folger

Qui ne possède pas dans son tiroir un 40106, et les quelques composants nécessaires à la réalisation de cette étoile très décorative?

Table des matières 1985 12-44

Circuits imprimés en libre-service 12-45

Si vous disposez d'un minimum de moyens, voici de quoi réaliser vos propres circuits-imprimés.

Caisson de graves actif 12-50

On aura beau faire, si l'on veut que sa chaîne audio ait suffisamment de graves, il faut la doter d'une enceinte ayant du coffre. Si votre système audio pêche de ce côté-là, l'adjonction d'un unique caisson de graves actif peut faire des merveilles.

Antenne active à CMS 12-61

Après avoir tenté de vous intéresser à l'aspect théorique des CMS, quelle meilleure leçon de choses que de vous permettre de vous faire la main sur cette technologie révolutionnaire.

Interface cybernétique 12-64

Vous possédez peut-être déjà un micro-ordinateur ou avez l'intention d'en acquérir un pour Noël. Cette interface cybernétique vous ouvre les domaines de la mesure et de la science-fiction.

Marché aux puces 12-69

TDA 7020T; HA 12017; MAX 610/611/612

Jumbo, l'horloge géante 12-72

Comme nous le prouvons par cet article, les afficheurs géants décrits dans le numéro double "circuits de vacances 85" peuvent servir à autre chose qu'à visualiser des scores.

Petites annonces gratuites 12-14

Le mois prochain:

- Un buffer pour imprimante multi-fonctions à utiliser tel quel avec n'importe quel ordinateur pourvu d'une sortie Centronics, et, associé au convertisseur parallèle -- série, avec ceux dotés qui ne sont dotés, (les malheureux), que d'une sortie série.
- De l'électronique pour votre voiture sous la forme d'un allumage électronique et d'un système d'alarme à clavier codeur.
- Un interrupteur automatique à IR.
- Pour ne citer que quelques-uns des sujets abordés...

Couverture: photo de presse Philips

P. Lavigne

Description et
construction de
l'extension
couleurs

la couleur

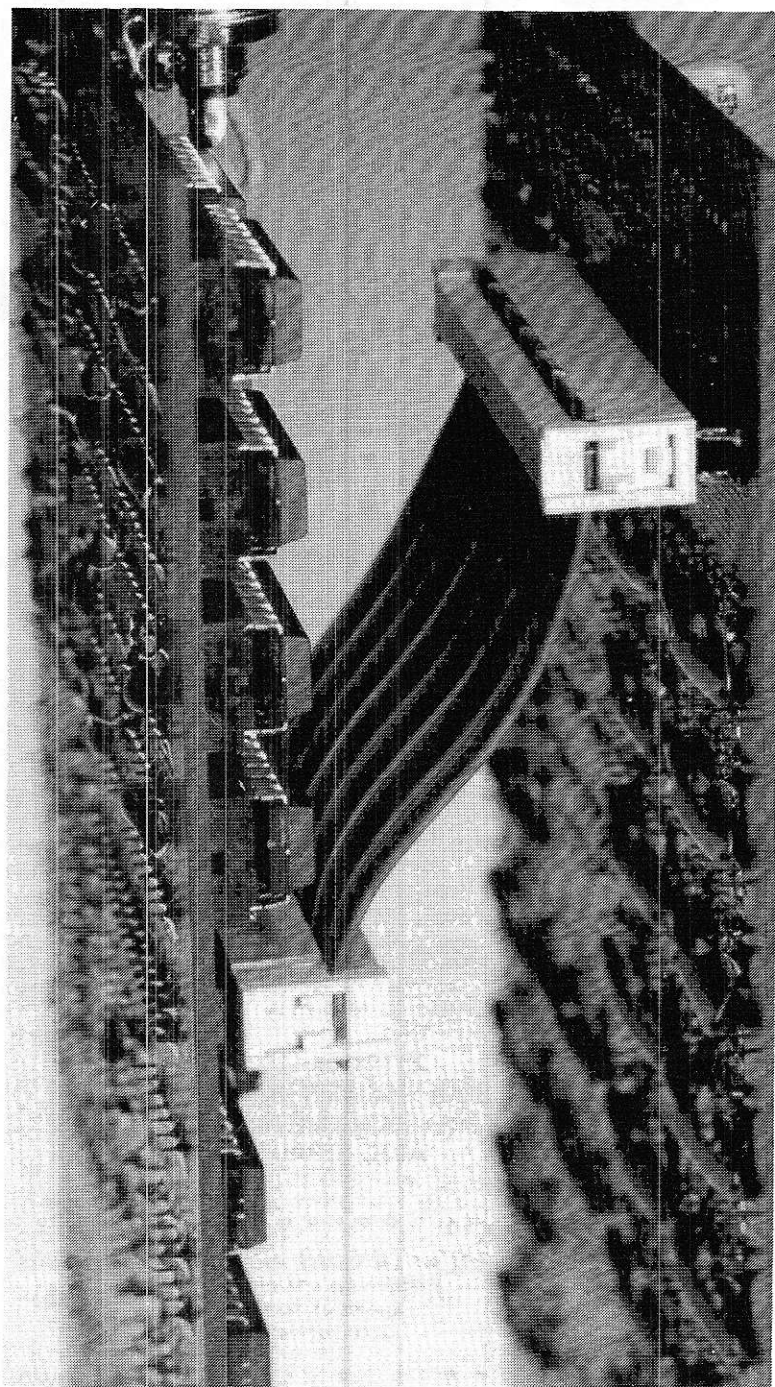
carte graphique 4ème partie

Nous avons déjà expliqué que les circuits nécessaires à l'obtention de la couleur sur la carte graphique ne sont qu'une reproduction du circuit Noir&Blanc. La carte décrite ici est donc, pour l'essentiel, une extension de la mémoire de la carte principale. Elle comporte trois circuits absolument identiques, qui se décomposent chacun en un banc de mémoire de 64 K, un registre à décalage, la circuiterie RMW, et bien entendu la logique de décodage des couleurs pour l'écriture dans la mémoire. En théorie, il est possible de juxtaposer plusieurs de ces cartes d'extension. En pratique, on se limite cependant à une carte, qui, lorsque les trois bancs de mémoire y sont implantés, offre avec la carte principale une palette de 16 couleurs sur deux ou quatre pages d'écran.

Si l'on consulte le synoptique publié en Septembre 1985 (Elektor n° 87, page 9-54, figure 1), on retrouve la structure de la carte graphique en N&B. Sur la figure voisine (page 9-55 du même numéro, figure 1b), nous avons schématisé la version en couleurs. A l'époque, pour ne pas compliquer les choses inutilement, nous n'avions représenté que les trois plans de mémoire vidéo couleurs classiques (RGB ou RVB). En réalité, avec une carte d'extension complète et une carte principale, nous allons disposer de **quatre plans de mémoire**, ce qui multiplie, par le truchement d'un bit dit d'intensité, le nombre des nuances de couleur obtenues: de huit couleurs, nous passons à seize. Mais rien n'interdit de se limiter à deux ou trois plans seulement. En résumé, on peut dire que si on dispose de n bancs de mémoire parallèles, on obtient 2^n nuances.

Pourquoi quatre bits?

Mais ce n'est pas tout, car un plan de mémoire peut aussi servir à autre chose qu'à obtenir quelques nuances de couleur supplémentaires. Si l'on reprend tout au début et que l'on considère qu'à chaque point sur l'écran correspond au moins un bit dans la mémoire, on peut voir ce bit comme un indicateur: il est au niveau logique haut, le point est éteint; il est au niveau logique bas, le point est allumé. Pour la couleur, chaque point sur l'écran se voit attribuer trois indicateurs, c'est-à-dire trois bits; l'un pour le faisceau d'électrons rouge, l'autre pour le faisceau vert et le troisième enfin pour le faisceau bleu. Si l'on rajoute un quatrième bit, les trois premiers gardent leur fonction d'indicateurs RGB, tandis que le nouveau se charge de moduler les amplificateurs vidéo du moniteur ou du téléviseur. Lorsque ce bit est actif pour une couleur donnée, celle-ci est saturée (normale, en fait!); lorsqu'il est inactif, on s'arrange pour modifier la polarisation de l'un des étages des amplificateurs vidéo dans le moniteur de telle manière qu'ils délivrent alors des signaux dont l'amplitude est réduite de moitié.



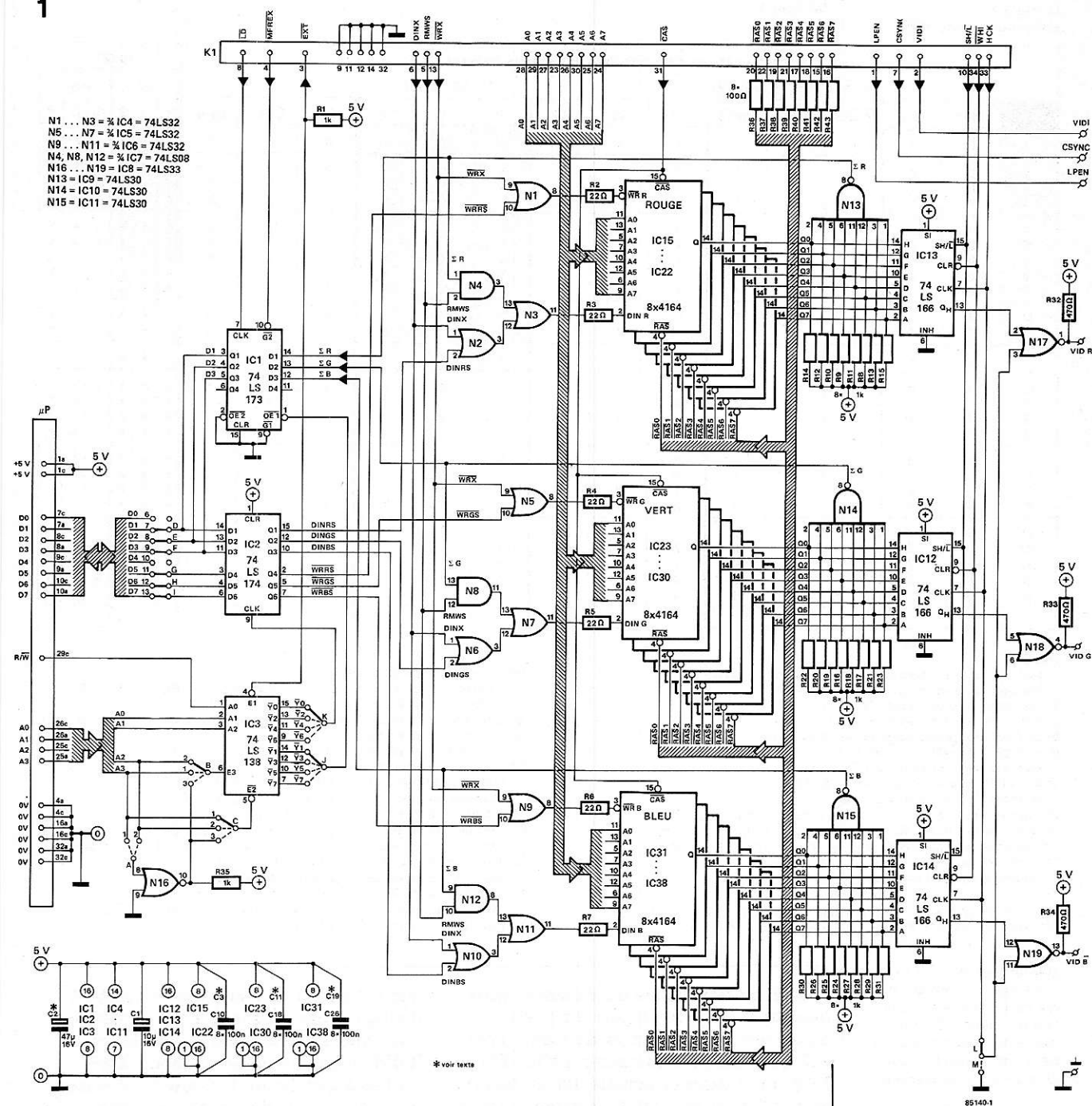


Figure 1. Effarant! Tant de circuits intégrés et pas un seul condensateur? Mais si, voyez donc la photo de la page 26!

Rien ne nous oblige, cependant, à limiter l'usage de ce bit à la modulation de l'intensité; on peut aussi l'utiliser pour faire clignoter certaines couleurs à certains endroits de l'écran, ou encore pour inverser certaines de ces couleurs, voire combiner ces deux options. Le tout est de le faire avec habileté. Nous n'entrerons pas dans le détail plus avant, puisque la carte d'extension ne contient pas ces circuits d'inversion et de clignotement programmables. Nous y reviendrons sans doute dans un article ultérieur. Pour l'heure, il importait de mentionner ces possibilités pour montrer l'intérêt fondamental d'un quatrième plan de mémoire, au-delà de la seule fonction de bit d'intensité.

Répétition

En plus des sous-ensembles que nous

connaissons déjà (mémoire, registre à décalage, logique RMW, logique de décodage des couleurs), nous trouvons sur la carte d'extension un dispositif de décodage d'adresses local, avec un registre d'écriture pour la commande du choix des couleurs et un registre de lecture des pixels en mémoire vidéo. C'est tout ce que contient le schéma de la **figure 1**...et pourtant cela suffit à bien remplir une carte au format européen.

Le fonctionnement de la mémoire et de la logique associée est en tous points identique à celui de leurs homologues sur la carte principale. Il nous paraît superflu d'y revenir ici, et nous renvoyons le lecteur aux articles précédents. Le registre de lecture IC1 a une fonction comparable à celle d'IC13 sur la carte principale (voir Elektor n° 87, page 9-65, figure 15). A ceci près qu'ici il sert à la lecture des bits Σ

Tableau 1.

25 configurations d'écriture dans la mémoire couleurs															PIXEL											
11 pas de RMW															12 25 RMW						old			new		
	RMWS	DIN	RWRS	GWRS	BWRS	RS	GS	BS	ΣR	ΣG	ΣB	DinR	DinG	DinB	R	G	B	R	G	B						
1	0	X	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
2	0	0	0	1	1	0	X	X	X	X	X	0	1	1	X	X	X	•	X	X						
3	0	1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	•	X	X						
4	0	X	0	1	1	1	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	•	X	X						
5	0	0	0	0	1	0	0	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	•	•	X						
6	0	0	0	0	1	0	1	X	X	X	X	0	1	X	X	X	X	•	•	X						
7	0	0	0	0	1	1	0	X	X	X	X	1	0	X	X	X	X	•	•	X						
8	0	0	0	0	1	1	1	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	•	•	X						
9	0	1	0	0	1	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	•	•	X						
10	0	0	0	1	0	0	X	0	X	X	X	0	1	0	X	X	X	•	X	•						
11	0	0	0	1	0	1	X	0	X	X	X	1	X	0	X	X	X	•	X	•						
12	1	X	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
13	1	0	0	1	1	0	X	X	0	X	X	0	X	X	•	X	X	•	X	X						
14	1	1	0	1	1	1	X	X	1	X	X	1	X	X	•	X	X	•	X	X						
15	1	X	0	1	1	1	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	•	X	X						
16	1	1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	•	X	X						
17	1	0	0	0	1	0	1	X	0	1	X	0	1	X	•	•	X	•	•	X						
18	1	0	0	0	1	1	X	X	1	1	X	1	1	X	•	•	X	•	•	X						
19	1	0	0	0	1	1	X	X	X	1	X	1	1	X	X	•	X	•	•	X						
20	1	1	0	0	1	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	•	•	X						
21	1	0	0	0	0	X	0	0	1	0	1	1	0	1	•	•	•	•	•	•						
22	1	0	0	0	0	0	X	0	0	1	1	0	1	1	•	•	•	•	•	•						
23	1	0	0	0	0	1	X	1	X	1	X	1	1	1	X	•	X	•	•	•						
24	1	0	0	0	0	0	1	1	0	X	X	0	1	1	•	X	X	•	•	•						
25	1	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	1	1	1	X	X	X	•	•	•						

Notes:

- 1) pas d'accès à la mémoire (RWRS = GWRS BWRS = 1)
- 2) allumage du point rouge (DIN = RS = 0)
- 3) extinction du point rouge (DIN = 1)
- 4) extinction du point rouge (RS = 1)
- 5) allumage des points rouge et vert (DIN = RS = GS = 0)
- 6) extinction du point vert (DIN 0; GS = 1)
allumage du point rouge (RS = 0)
- 7) extinction du point rouge (DIN = 0; RS = 1)
allumage du point vert (GS = 0)
- 8) extinction des points vert et rouge (DIN = 0; RS = GS = 1)
- 9) extinction des points vert et rouge (DIN = 1; RS = GS = 0)
- 10) allumage des points bleu et rouge (DIN = RS = BS = 0)
- 11) extinction du point rouge (DIN = 0; RS = 1)
allumage du point bleu (BS = 0)
- 12) voir 1)
- 13) allumage du point rouge auparavant éteint ($\Sigma R = RS = DIN = 0$)
- 14) extinction du point rouge auparavant allumé ($\Sigma R = 1$)
- 15) extinction du point rouge (RS = 1)

- 16) extinction du point rouge (DIN = 1)
- 17) allumage du point rouge auparavant éteint ($\Sigma R = RS = DIN = 0$)
extinction du point vert auparavant allumé ($\Sigma G = 1$)
- 18) extinction des points rouge et vert auparavant allumés ($\Sigma R = \Sigma G = 1$)
- 19) extinction du point rouge (RS = 1)
extinction du point vert auparavant allumé ($\Sigma G = 1$)
- 20) extinction des points rouge et vert (DIN = 1)
- 21) extinction du point rouge auparavant allumé ($\Sigma R = 1$)
allumage du point vert auparavant éteint ($\Sigma G = 0$)
extinction du point bleu auparavant allumé ($\Sigma B = 1$)
- 22) allumage du point rouge auparavant éteint ($\Sigma R = 0$)
extinction des points vert et bleu auparavant allumés ($\Sigma G = \Sigma B = 1$)
- 23) extinction des points rouge et bleu (RS = BS = 1)
extinction du point vert auparavant allumé ($\Sigma G = 1$)
- 24) extinction des points vert et bleu (GS = BS = 1)
allumage du point rouge auparavant éteint ($\Sigma R = 0$)
- 25) extinction de tous les points (DIN = 1)

Remarque: Pour ne pas surcharger ce tableau, nous n'y avons représenté que 3 bits de couleur. Tout bit supplémentaire se comportera de la même manière que chacun des trois premiers.

(sigma) de trois bancs de mémoire, alors que sur la carte principale il n'y avait qu'un seul bit Σ . Il en va de même pour IC2 que l'on peut comparer à IC12 (FF1 et FF2) sur la carte principale. Ici, au lieu de verrouiller un seul bit de donnée et un bit de validation des opérations d'écriture, il en verrouille trois de chaque sorte: DINRS, DINBS, DINGS, RWRS, WRGS et WRBS. Rappelons brièvement que lorsque l'une de ces lignes *write select* est au niveau logique bas, nous sommes en présence d'une opération d'écriture dans le banc de mémoire (couleur) concerné. Si à ce moment, la ligne DIN correspondante est au niveau logique haut, le point de couleur est effacé, tandis que si cette ligne est au niveau logique bas, le point de couleur est allumé.

Il est possible d'écrire dans les trois bancs de mémoire en même temps, à condition que les trois lignes de validation soient actives. Les données écrites dans les trois bancs de mémoire ne sont pas forcément les mêmes: on peut très bien, pour un pixel donné, allumer le point rouge et le point vert, mais éteindre le point bleu, de façon à obtenir un pixel

jaune. Dans le **tableau 1**, on trouvera 25 configurations d'écriture dans la mémoire couleurs, les 11 premières sans le mode RMW, et les dernières en mode RMW.

En bas à gauche de la figure 1, nous trouvons les circuits de décodage d'adresses local. Il s'agit d'une extension du circuit de décodage de la carte principale (IC1...IC3). On se souvient que celui-ci décodait deux blocs: XX50...XX5F pour le GDP et XX64...XX66 pour les registres auxiliaires; nous avons remarqué que le signal $\overline{XX6X}$ était ramené sur le connecteur d'extension, sous le nom de $\overline{EXT}$. On ne s'étonne donc pas de le retrouver sur la broche 4 d'IC3 de la carte d'extension, qu'il valide lorsqu'une adresse du bloc XX6X apparaît sur le bus d'adresses du microprocesseur.

Lorsque les liaisons K- $\overline{Y0}$, B-2, C-1 et J- $\overline{Y1}$ sont mises en place, les circuits IC1 et IC2 de la carte d'extension sont décodés exactement à la même adresse que leurs homologues IC12 et IC13 de la carte principale. C'est là un cas de double adressage recherché parce qu'il permet de faire des économies d'adresses et simplifie le logiciel. En effet, en écriture à

l'adresse XX64 de la carte principale, on n'utilise que deux des huit bits disponibles: D0 et D4 pour DIS et WRIS. En lecture, à la même adresse, on n'utilise que le bit de donnée D0 pour ΣI. Il y a donc, dans un cas 6 bits inutilisés, dans l'autre 7. Et plutôt que de mobiliser deux adresses supplémentaires pour les bits DIN et Σ de la carte d'extension, on a préféré, par le biais du double adressage, utiliser les bits disponibles à l'adresse XX64. De sorte que finalement, à l'adresse XX64 en écriture, les bits D0 et D4 donnent les signaux DIS et WRIS sur la carte principale, et **en même temps**, sur la carte d'extension, les bits D1 et D5 donnent les signaux DINRS et WRRS, les bits D2 et D6 donnent les signaux DINGS et WRGS et enfin les bits D3 et D7 les signaux DINBS et WRBS. Comme ces bits s'encastrent littéralement dans le même octet de donnée à la même adresse, on réalise une économie dont les conséquences se font surtout sentir dans le sens de la simplification du logiciel. Fameux, non?

Tableau A

COLOR = XX64 _{HEX} (WRITE)							
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
WRBS	WRGS	WRRS	WRIS	DINBS	DINGS	DINRS	DIS

Il en va de même pour les bits Σ. En lecture à l'adresse XX64, on trouve le bit ΣI sur D0 sur la carte principale. A la même adresse, mais cette fois sur la carte d'extension, on lit les bits ΣR, ΣG et ΣB sur les bits de donnée D1, D2 et D3 (IC1 de la carte d'extension).

Tableau B

PIXBUF = XX64 _{HEX} (READ)							
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
X	X	X	X	ΣB	ΣG	ΣR	ΣI

On peut encore se demander quelle est la raison d'être du décodage d'adresses local, puisque l'on procède de toutes façons à un double adressage. N'aurait-il pas été plus logique d'utiliser directement les signaux déjà disponibles sur la carte principale pour valider les registres IC1 et IC2 de la carte d'extension? On aurait même pu aller plus loin encore, et faire transiter les signaux Σ, DIN et WRS de la carte d'extension par le connecteur! C'est parce que la carte d'extension a été conçue de telle sorte que l'on puisse en rajouter plusieurs, qu'est apparue la nécessité d'un décodage d'adresses local, indispensable à partir de la deuxième carte d'extension. Mais laissons là ce chapitre plutôt ingrat du décodage d'adresses (voir **tableau 2**) pour en venir à des choses plus plaisantes...

La réalisation

Après ce tour d'horizon, et avant d'abor-

der la construction de cette carte, nous croyons devoir insister sur le fait que, si la carte d'extension n'est qu'une triple répétition d'une partie du circuit de la carte principale, cela réduit certes la complexité de l'opération, mais, dans un autre sens, cela ne fait qu'augmenter les occasions de faire des bêtises. Ce qui nous amène à dire que le soin et l'attention requis pour trois bancs de mémoire doivent être au moins trois fois ce qu'ils étaient pour la version N&B!

On suppose ici que le lecteur est en possession d'une carte principale en parfait état de marche, d'un bus sur lequel il lui reste un connecteur disponible, et d'une alimentation capable de fournir quelques centaines de mA supplémentaires sans broncher.

Quel que soit le nombre définitif de bancs de mémoire que l'on souhaite implanter sur la carte d'extension, on procédera par étapes, en n'implantant d'abord qu'un seul banc, puis le second, et enfin, le cas échéant, le troisième, avec à chaque étape une procédure de vérifications complète. Ceci est possible grâce à l'indépendance totale des bancs de mémoire. Avec deux bancs implantés sur la carte d'extension et un banc sur la carte principale, on disposera d'un système RGB normal. Si l'on dispose d'un moniteur avec une entrée pour un bit d'intensité, on plantera éventuellement le quatrième banc. Signalons encore que ces plans de mémoire sont absolument interchangeables. Par convention, nous leur avons donné les noms R, G, B et I dans un certain ordre. Mais ils peuvent être permutés à volonté, ce qui est loin d'être un détail dénué d'intérêt...

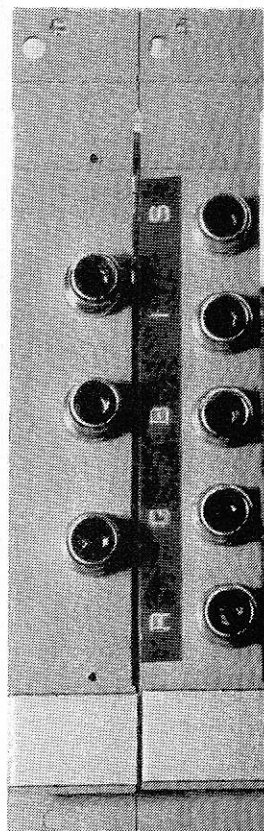
Le connecteur

La liaison entre la carte principale et la carte d'extension ne se fait pas via le bus du microprocesseur, mais via un câble plat à 34 broches et le connecteur K1. C'est un véritable cordon ombilical. Pour limiter autant que possible la longueur de cette liaison câblée, nous avons jugé

Tableau 2

ponts	lignes d'adresses	adresses			
		A3	A2	A1	A0
B - 2 C - 1	A3 → E3 A3 → E2	0	1	0	0
				0	1
				1	0
				1	1
B - 1 C - 2	A3 → E3 A2 → E2	1	0	0	0
				0	1
				1	0
				1	1
A - 1; B - 3 C - 2	A3 → E3 A2 → E2	0	0	0	0
				0	1
				1	0
				1	1
A - 1; C - 3 B - 2	A3 → E2 A2 → E3	1	1	0	0
				0	1
				1	0
				1	1

la couleur
elektor décembre 1985



Exemple de face avant pour la carte graphique montée avec son extension dans un rack 19 pouces: à droite, les sorties R, G, B, I et Sync, et à gauche les sorties I (N & B), Sync et Sync.

opportun de déroger à la règle tacite qui veut que tous les composants se trouvent du même côté de la carte, et toutes les soudures de l'autre. Ici, **le connecteur K1 est implanté du côté soudure de la carte d'extension**, comme le montre la photographie de la page 18.

Il est absolument hors de question de monter ce connecteur du côté des autres composants, parce que, du coup, son brochage serait inversé! Les broches paires deviendraient impaires, et inversement... à moins bien sûr que le connecteur de la carte principale ait été monté côté soudures, mais ceci n'est pas recommandé. Cette façon de procéder garantit une longueur de câble réduite au strict minimum, et présente aussi l'avantage de laisser l'avant de la carte parfaitement accessible. Ce détail prend toute son importance lorsque les deux cartes sont en service sur un bus et que l'on désire accéder aux circuits intégrés de la carte d'extension avec la sonde d'un oscilloscope par exemple.

Le câble de liaison est à réaliser conformément aux indications de la **figure 2**. Nous déconseillons de procéder au soudage direct du câble sur le circuit imprimé. Cependant, il est important de considérer aussi la relative fragilité des connecteurs à sertir sur du câble plat comme ceux dont nous recommandons l'usage. À la longue, même s'ils sont manipulés normalement, ils présentent des faux-contacts qui finissent par perturber le fonctionnement de la carte. Lorsque l'on constate de telles déficiences, on peut y remédier de la façon suivante:

- resserrer le sertissage du connecteur femelle dans un étai (sans forcer!)
- déformer légèrement les broches du connecteur mâle en les écartant les unes des autres (mais sans excès, sinon il

devient impossible d'y enficher le connecteur femelle).

Pour finir, remarquons que la masse n'est reliée à la masse du circuit imprimé qu'à une extrémité du câble; c'est sur la carte principale. Ceci est voulu.

Les résistances

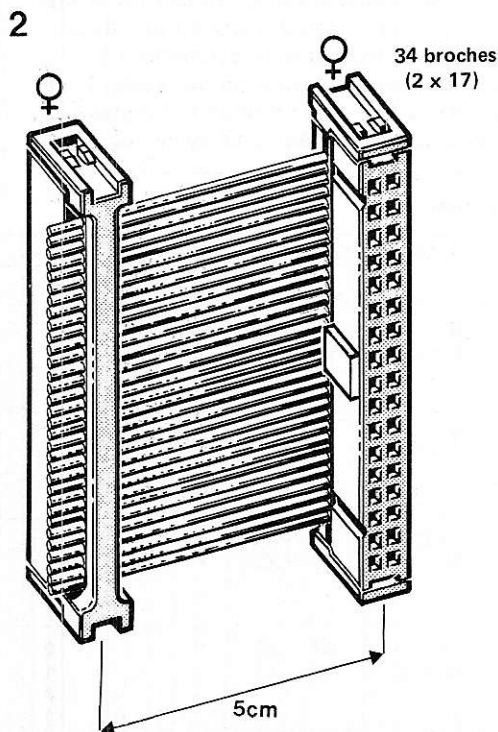
En règle générale, pour la construction de la carte d'extension, valent les mêmes remarques que pour la carte principale. Voir notamment le tableau 3, page 10-48 du numéro 88 d'Elektor, pour le choix des circuits intégrés de mémoire dynamique. Ici encore, il est préférable de se passer de supports et de souder les circuits intégrés à même la carte. Les résistances de polarisation R8...R31 peuvent être des réseaux de 8 résistances intégrées avec un contact commun, mais ce n'est pas indispensable. Le problème des condensateurs C3...C26 est le même que pour ceux de la carte principale; ces condensateurs doivent être montés sous la carte, c'est-à-dire côté soudures, directement entre les broches 8 et 16 des circuits intégrés de RAM dynamique, avec une liaison aussi courte que possible vers la masse (broche 16).

Une partie délicate de la construction de la carte d'extension est le montage des résistances en série sur les lignes RAS R36...R43, en association avec les straps qui les relient aux entrées RAS du deuxième et du troisième banc de mémoire. On voit en effet sur le dessin de circuit imprimé et la sérigraphie pour l'implantation des composants (**figure 5**) que ces résistances sont reliées directement à la broche 4 des circuits intégrés IC31...IC38, mais qu'elles le sont par des straps pour les deux autres bancs de mémoire. Or ces straps doivent être soudés directement sur la patte de la résistance à laquelle ils correspondent. Pour bien réussir cette opération, nous vous conseillons d'utiliser du fil à wrapper dont vous enroulez l'extrémité dénudée autour de la patte de la résistance avant de la couder et de l'implanter (**figure 3**). De telle sorte qu'une fois la résistance mise en place et soudée, il ne vous reste plus qu'à déposer prudemment une goutte de soudure sur le coude de la patte de la résistance, à l'endroit où vous avez enroulé le fil. Pour relier le strap au circuit intégré de la rangée du milieu (IC23...IC30), procéder de façon identique en enroulant le fil à wrapper sur un picot, une fois que la résistance aura été elle-même implantée. Pour la liaison avec le circuit intégré de la dernière rangée (IC15...IC22), on peut soit souder le fil directement à la pastille cuivrée, soit utiliser un picot. Inutile d'insister sur le fait qu'un soin extrême est de mise lors de la réalisation de ce câblage.

Les cavaliers

Pour le câblage des points A...K, suivre les indications données dans le schéma de la figure 1: implanter toutes les liaisons

Figure 2. Le cordon ombilical entre la carte-mère et la carte-fille, c'est le cas de le dire, consiste en un morceau de câble en nappe et deux connecteurs montés tête-bêche.



indiquées par un trait plein. Les liaisons en pointillé correspondent à la configuration d'une deuxième ou d'une troisième carte d'extension. Mais nous n'en sommes pas là.

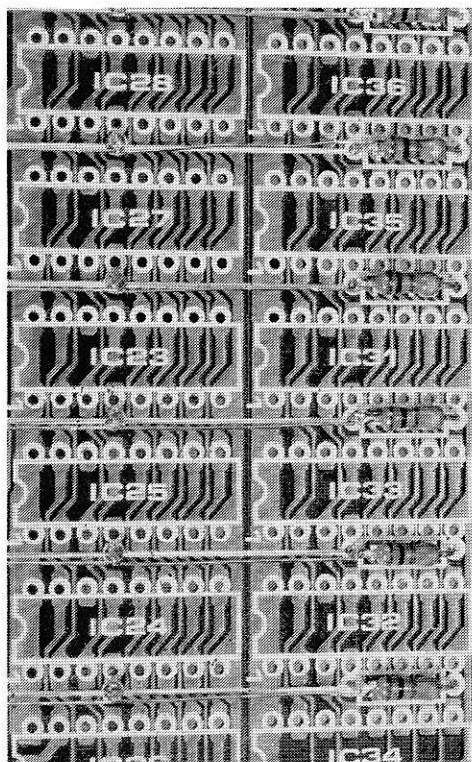
L'option L—M mérite par contre des explications dès maintenant. Dans le premier article consacré à la carte graphique, nous avons expliqué (voir la figure 17 de cet article) pourquoi le signal vidéo en sortie des registres à décalage était "haché" à l'aide de l'horloge HCK. Nous faisons la même chose ici, où les signaux de sortie d'IC12, IC13 et IC14 sont combinés dans N17, N18 et N19 avec HCK, lorsque le strap L est en place. Ceci a l'avantage de donner un signal vidéo plus piqué, notamment sur les moniteurs de moins bonne qualité, mais présente aussi l'inconvénient de **doubler sa bande passante**. Avec l'adjonction de la couleur, et surtout du bit d'intensité, il nous a paru souhaitable de proposer ce "hachage" en option: lorsque le strap M est en place, le signal HCK n'arrive plus aux portes NOR N17...19, qui se contentent alors de fonctionner en tampons inverseurs du signal de sortie des registres à décalage. La bande passante du signal vidéo qui est de 12 MHz avec le GDP 9367 et de 14 MHz avec le GDP 9366 et le strap L, passe à 6 ou 7 MHz avec le strap M. Pour déterminer le choix de l'option L—M, le plus simple est de procéder, avec un moniteur donné, à un test comparatif: une fois avec L, une fois avec M, et on voit...

Cependant, cette option n'avait pas été prévue sur la carte principale; il faudra donc, en cas de problèmes, la créer "par la force". Heureusement, l'intervention est légère. Il suffit d'extraire la broche 12 d'IC26 (sur la carte principale) de son support ou de la couper à ras du circuit imprimé si l'on n'avait pas mis de support pour ce circuit intégré, et de relier cette broche 12 à la masse (broche 7 du même circuit intégré par exemple) par un petit morceau de fil de câblage. Cette intervention n'est nécessaire toutefois que lorsque l'on constate une amélioration de l'image vidéo avec le strap M sur la carte d'extension. La configuration "normale" est et reste celle du strap L.

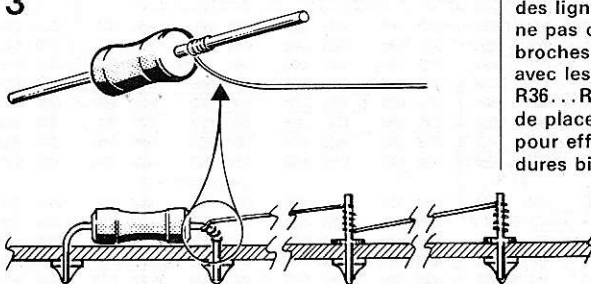
Les sorties

Les signaux VIDI et CSYNC (ou $\overline{\text{CSYNC}}$) sont disponibles en sortie de la carte principale, mais ils apparaissent également sur la carte d'extension où on pourra les réunir avec les signaux VIDR, VIDG et VIDB en un unique arbre de câblage. Ce sont des signaux TTL qui peuvent donc être véhiculés, du moins pour de courtes distances, par du câble ordinaire.

Le système le plus pratique nous a paru être celui de la page 21 où la carte d'extension a été munie d'une face avant avec des fiches CINCH femelles. On pourrait aussi utiliser une prise DIN à 5 ou 6 broches, voire un connecteur vidéo (figure 6); ceux-ci présentent l'un comme l'autre le double inconvénient de l'encom-



3



brement et du manque de flexibilité; les prises CINCH sont robustes, peu encombrantes et laissent à l'utilisateur la possibilité de permuter les signaux de couleur en un tour de main: en intervertissant volontairement les signaux R, G et B, on obtient des combinaisons de couleurs inattendues et stimulantes pour l'imagination. En tout état de cause, les sorties de la carte d'extension, comme celles de la carte principale, délivrent des niveaux TTL, compatibles avec les entrées RGB (I) de tout moniteur normalement constitué. S'il vous faut des signaux pour une entrée PERITEL, il suffira d'utiliser le *péritélisateur* proposé par Elektor dans son numéro de Septembre 1984, page 9-36.

Les condensateurs

Nous avons déjà indiqué que les condensateurs étaient montés pour la plupart sous le circuit imprimé, le plus près possible des broches d'alimentation des circuits intégrés de mémoire vive dynamique. Ce n'est pas parce qu'ils sont optionnels, bien au contraire, c'est parce qu'ils sont indispensables et pour en augmenter l'efficacité que nous préconisons de les implanter ainsi. N'oublions pas que la fréquence d'horloge est de 12 ou

la couleur
elektor décembre 1985

Figure 3. Ce petit croquis et la photo montrent comment monter les résistances et les straps des lignes RAS. Veillez à ne pas court-circuiter les broches 8 et 9 d'IC31...37 avec les résistances R36...R43. Il y a très peu de place à cet endroit pour effectuer trois soudures bien distinctes!

4

* vu du côté soudure du circuit imprimé!

*K1			
LPEN	10	Q2	VIDI
EXT	30	Q4	MFREX
RMWS	50	Q6	DINX
CSYNC	70	Q8	LD
	90	Q10	SH/L
	110	Q12	
WRX	130	Q14	
RAS6	150	Q16	RAS7
RAS4	170	Q18	RAS5
RAS2	190	Q20	RAS3
RAS3	210	Q22	RAS1
A3	230	Q24	A7
A6	250	Q26	A4
A2	270	Q28	A0
A1	290	Q30	A5
CAS	310	Q32	
HCK	330	Q34	WHI

85140-4

Figure 4. Le brochage de K1 est bien entendu le même que sur la carte principale; mais attention, il est vu ici du côté soudure de la platine.

Liste des composants

Résistances: ($1/8$ W)

R1, R8...R31, R35 = 1 k

R2...R7 = 22 Ω

R36...R43 = 100 Ω

R32...R34 = 470 Ω

Note: R8...R15, R16...R23
et R24...R31 peuvent être
des résistances intégrées

Condensateurs:

C1 = 10 μ /16 V tantale

C2 = 47 μ /16 V tantale (à
implanter entre les broches

1ac et 4ac du connecteur
côté soudures, + à 1ac)
C3...C26 = 100 n (pas de
MKT, mais miniature ou
céramique, à implanter
entre les broches 8 et 16
des RAM dynamiques)

Semiconducteurs:

IC1 = 74LS173

IC2 = 74LS174

IC3 = 74LS138

IC4...IC6 = 74LS32

IC7 = 74LS08

IC8 = 74LS33

IC9...IC11 = 74LS30

IC12...IC14 = 74LS166

IC15...IC38 = 4164

Note: Convient tout circuit
de mémoire 64 K $\times$ 1
ayant une vitesse d'accès
de 150 ns (ou moins), à
l'exception des types indi-
qués ci-dessous:

MCM6664 (Motorola),

HYB4164 (siemens),

EF6665 (Thomson), F4164

(Fairchild), TMS4164

(Texas Instruments),

IMS2600 (INMOS).

Divers:

socles pour connecteur de
câble en nappe 2 $\times$ 17
broches et 2 $\times$ 8 broches
6 cavaliers enfichables

1 connecteur 64 broches ac

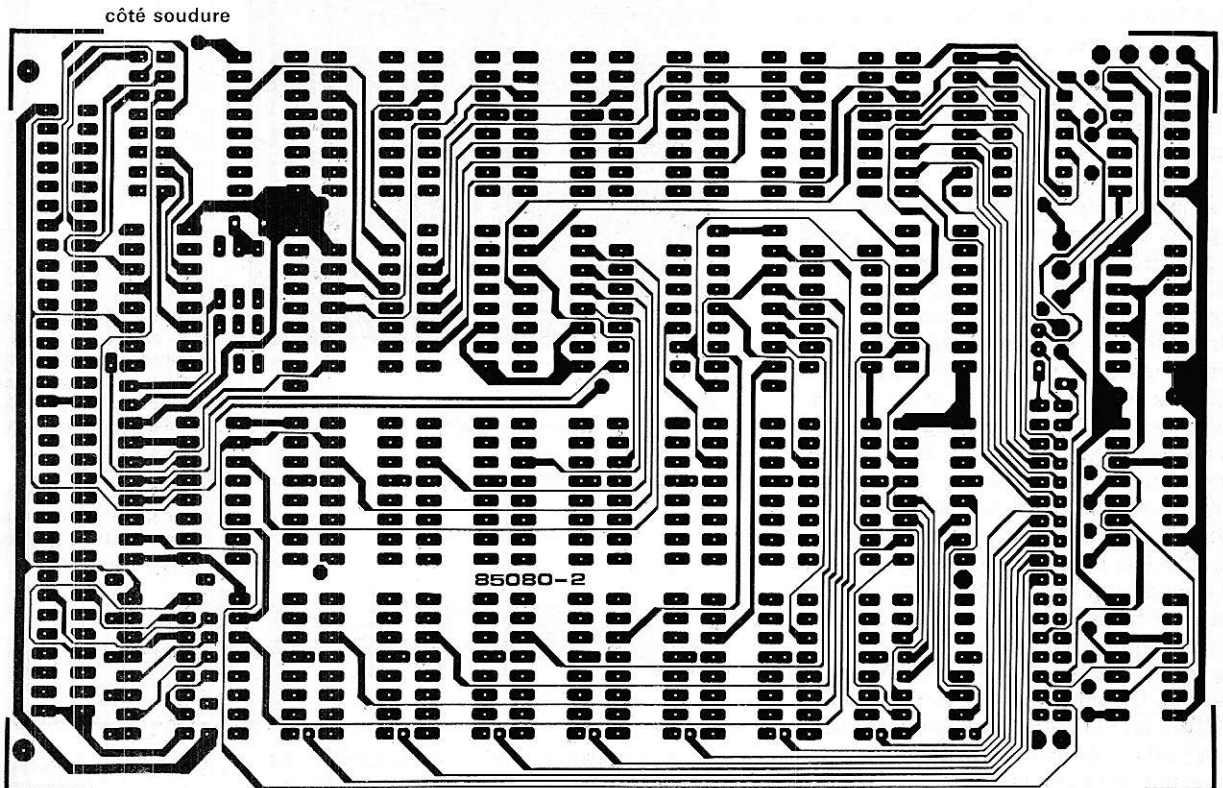
mâle DIN 41612

morceau de câble en nappe
de 34 brins ($\approx$ 5 cm)

2 connecteurs femelle

2 $\times$ 17 broches enfichables
pour câble plat 34 brins

5a



b

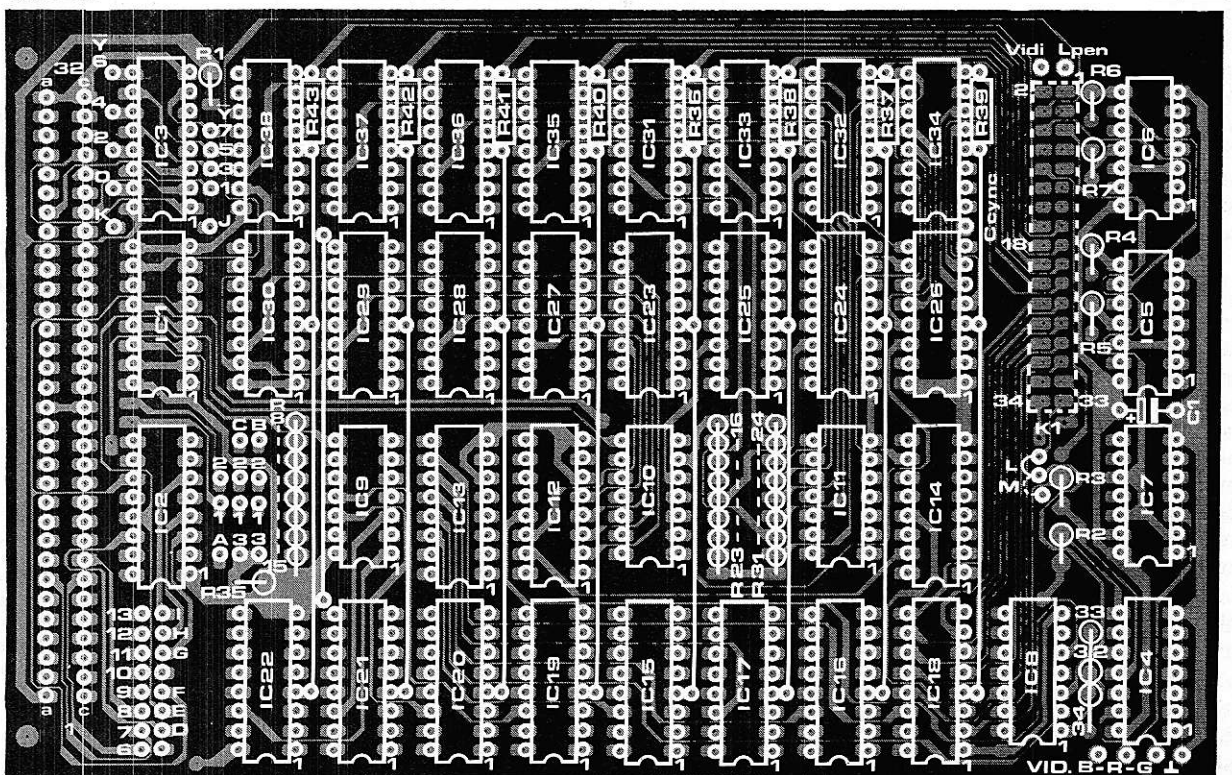
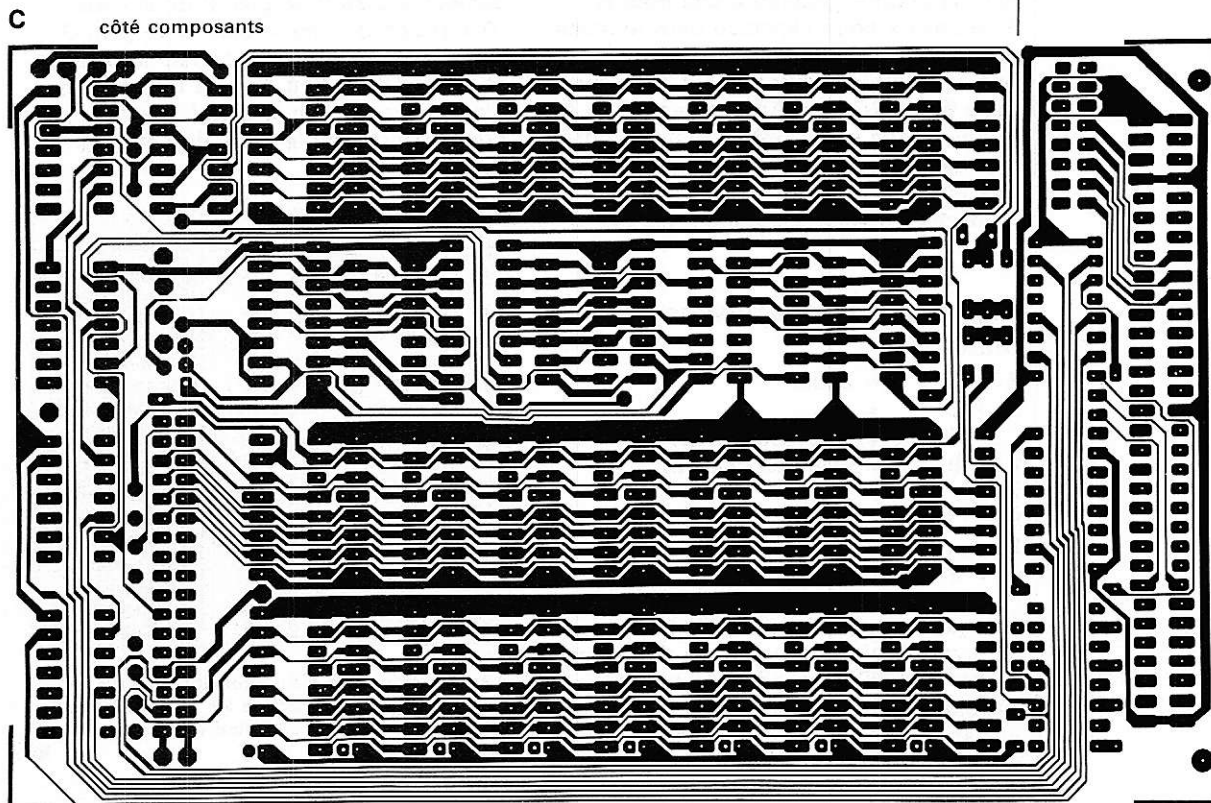


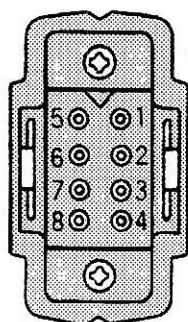
Tableau 3

cochez les cases	circuits intégrés	remarques } pour l'implantation des composants
☐	aucun	vérification optique et éventuellement électrique de la platine nue
☐	aucun	montage de la face avant (le cas échéant)
☐	aucun	connecteur à 64 broches, ponts de câblage A...K, picots RGB, Vidi, LPEN
☐	aucun	socle L—M, connecteur K1 (côté soudures!), strap entre IC21 et IC37
☐	aucun	résistances (sauf R36...R43);
☐	aucun	condensateur C2 entre les broches 1a/c et 4a/c du connecteur à 64 b.
☐	aucun	R39 + 2 picots + strap (voir texte)
☐	aucun	R37 + 2 picots + strap (voir texte)
☐	aucun	R38 + ...
☐	aucun	...
☐	aucun	R43 + 2 picots + strap
☐	IC1, IC2 IC3	vérification R39...R43 à l'ohmmètre!
☐	IC8...IC14 (+ C1)	mise en place de la carte sur le bus avec la carte principale (connecteur K1 branché); vérification de la tension d'alimentation et du décodage d'adresses. L'écriture de données diverses en XX64 doit provoquer des changements de niveaux logiques en conséquence en sortie d'IC2
☐	IC15...IC22	présence des signaux SH/L, HCK, RAS, CAS. La présence de la carte d'extension ne doit pas perturber le fonctionnement de la carte principale
		condensateurs C3...C10 montés à même les broches de ces circuits intégrés, côté soudure. Vérification de la tension et du courant d'alimentation. Relier la sortie VIDI (carte principale) à l'entrée R d'un moniteur RGB et la sortie R (carte principale) à l'entrée G du même moniteur (mettre son entrée B à la masse!).
		écriture XX64 : 00
		XX66 : 00 (01, 02 ou 03 pour changer de page)
		XX51 : 03
		XX50 : 0C l'écran devient jaune (rouge + vert)
		XX64 : 01
		XX50 : 0C l'écran devient vert (DIS = 1; DINRS = 0)
		XX64 : 02
		XX50 : 0C l'écran devient rouge (DIS = 0; DINRS = 1)
		XX64 : 03
		XX50 : 0C l'écran devient noir (DIS = DINRS = 1)
☐	IC23...IC30	condensateurs C11...C18 montés à même les broches de ces circuits intégrés, côté soudure. Vérification de la tension d'alimentation. Suivre la même procédure d'écriture en XX50 et XX64 que ci-dessus, avec successivement les données de 00 à 07 en XX64, après avoir relié les sorties VIDI, VIDR et VIDG aux entrées RGB d'un moniteur. A chaque procédure, la couleur de l'écran doit changer conformément aux indications données dans le paragraphe "rappel des des combinaisons chromatiques".
☐	IC31...IC40	condensateurs C19...C26 montés comme pour les autres bancs. Vérification de la tension d'alimentation. Suivre la même procédure d'écriture en XX50 et XX64 que ci-dessus, avec pour XX64 les données de 00 à 0F, après avoir relié la sortie VIDB à l'entrée I d'un moniteur. Si nécessaire, rajouter des condensateurs de 100 n sur IC12...14 et IC8.

la couleur
elektor décembre 1985

Figure 5. Pour ceux qui ne l'auraient pas remarqué: ceci est un dessin de circuit imprimé double-face à trous métallisés...





85140-6

connecteur vidéo EIAJ

Brochage:

1. Intensité
2. Rouge
3. Vert
4. Bleu
5. Masse (RGB)
6. Masse (Synchro)
7. Synchro composite ou synchro ligne (HS)
8. Synchro verticale (VS)

Figure 6. La plupart des moniteurs couleur sont munis d'un connecteur vidéo EIAJ dont voici le brochage.

14 MHz, ce n'est pas peu dire. Nous nous sommes d'ailleurs aperçus à l'usage qu'il n'était pas superflu de rajouter un condensateur de 100 n (céramique ou miniature, pas de MKT trop encombrants) sous chacun des registres à décalage (IC12, 13 et 14) et éventuellement sous IC8. On obtient ainsi des signaux impeccables et l'on réduit au minimum le bruit sur les lignes d'alimentation.

C'est au bas de cette page que s'achève la randonnée aventureuse dans laquelle nous vous avons entraînés depuis le mois de septembre. Faire le tour de cette carte graphique en 4 articles était une gageure; nous y avons mis beaucoup du meilleur de nous-mêmes. D'ores et déjà, l'intérêt empressé de nombreux lecteurs a montré que ce n'était pas peine perdue.

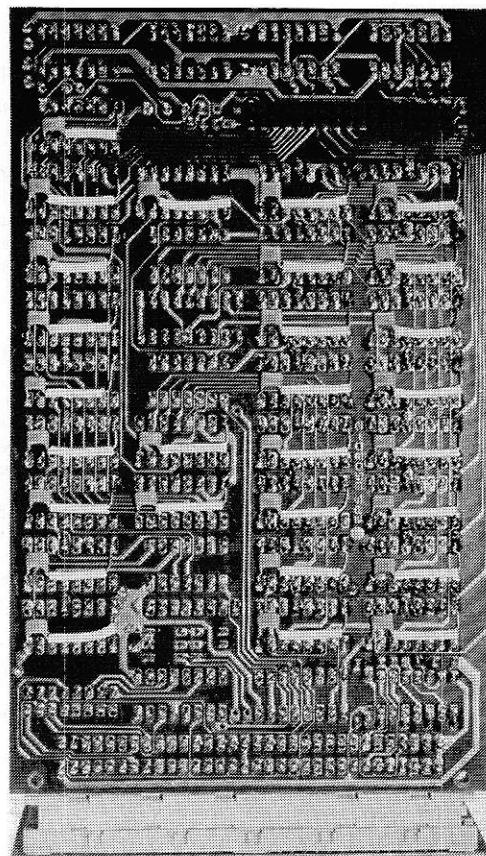
Avant de mettre le point final à cette série (ne craignez rien, ceci est une façon de parler; il est très probable que nous y reviendrons bientôt à cette carte graphique!) il nous reste deux points à mentionner. Le premier concerne une bourde échappée à notre vigilance dans le numéro 89, page 11-58: la modification du distributeur d'entrées/sorties se fait aussi sur la piste 0, en (A)313 et (A)314 ou en (A)315 et (A)316, et non sur la piste 1 comme indiqué dans le paragraphe "la carte graphique et le Junior Computer.

Le dernier point à mentionner est un...

Rappel des combinaisons chromatiques

R + G + B = blanc
R + G = jaune
G + B = cyan (bleu clair)
R + B = magenta (mauve)
R = rouge
G = vert
B = bleu
0 + 0 + 0 = noir

Lorsque l'on rajoute un bit d'intensité actif au niveau logique haut (c'est-à-dire l'inverse des bits RGB), on obtient 8 nuances supplémentaires. Lorsque ce bit est au niveau logique haut, les 7 teintes mentionnées ci-dessus sont saturées, et le noir devient gris. Lorsque ce bit d'intensité est au niveau logique bas, ces teintes sont



atténuées: le blanc est cassé, le jaune devient marron-orange, les autres teintes pâlissent et le noir reste noir.

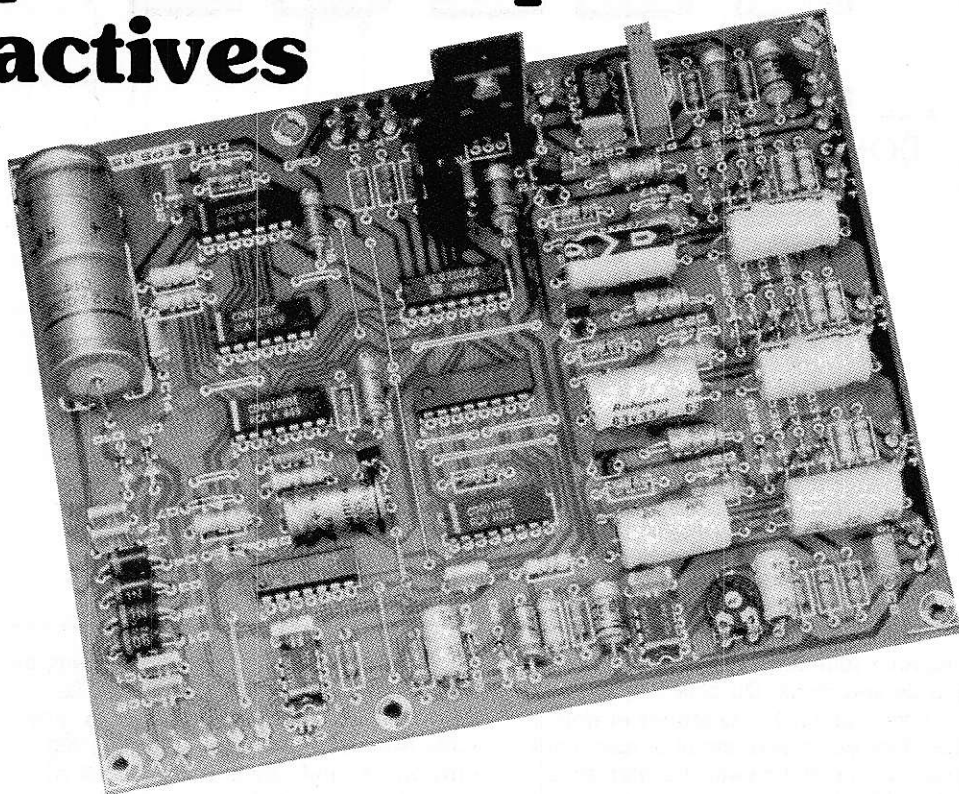
Nous avons déjà mentionné le fait que l'appellation RGBI des plans de mémoire sur le schéma de la carte principale et celui de la carte d'extension avait été adoptée dans cet ordre-là par pure convention. En pratique, nous procédons différemment: le plan I de la carte principale devient le plan R; le plan R de la carte d'extension devient le plan G; le plan G sur la carte d'extension devient le plan B; et enfin, s'il y a lieu, le plan B de la carte d'extension devient le plan I. De cette configuration naît le code de couleurs suivant:

I	B	G	R	code	couleur
0	0	0	0	0	gris clair (blanc cassé)
0	0	0	1	1	cyan pâle
0	0	1	0	2	magenta pâle
0	0	1	1	3	bleu foncé
0	1	0	0	4	marron-orange
0	1	0	1	5	vert foncé
0	1	1	0	6	rouge foncé
0	1	1	1	7	noir
1	0	0	0	8	blanc saturé
1	0	0	1	9	cyan saturé
1	0	1	0	10	magenta saturé
1	0	1	1	11	bleu saturé
1	1	0	0	12	jaune saturé
1	1	0	1	13	vert saturé
1	1	1	0	14	rouge saturé
1	1	1	1	15	gris foncé

Bien entendu, si le bit d'intensité est actif au niveau logique bas (comme les bits RGB), les teintes de 0...7 et 8...15 sont interverties.

circuit universel de protection pour enceintes actives

circuit universel de protection pour enceintes actives
elektor décembre 1985



L'idée, au départ, était de mettre au point un circuit de mise en marche automatique d'enceintes actives commandé par le signal audio. Ce circuit devait être universel, ce qu'il est d'ailleurs devenu. Mais nous n'en sommes pas restés là, comme on l'a déjà compris. Nous avons pensé rajouter un circuit qui surveille la température des radiateurs de l'étage de puissance, puis un circuit qui surveille la tension d'alimentation, puis un autre qui détectait les tensions continues à la sortie des étages de puissance, et enfin, pour couronner le tout, un circuit de démarrage en douceur pour le transformateur d'alimentation. Voilà ce que c'est devenu...

Les enceintes actives c'est bien beau, une fois que c'est allumé et que ça fait de la musique. Mais lorsqu'il faut commencer par mettre sous tension le lecteur de cassettes, puis le préamplificateur, puis, trois pas vers la droite, se baisser, mettre sous tension l'enceinte de droite, puis, six pas vers la gauche, se baisser à nouveau, mettre sous tension l'enceinte de gauche, c'est plutôt astreignant, non?

Certains préamplificateurs fournissent, sur le câble audio qui les relie aux amplificateurs de puissance, une tension de commande qui active des relais de mise sous tension des enceintes actives. Ce procédé est simple, mais loin de l'idéal. Si un amplificateur n'est pas équipé d'un circuit de temporisation, les enceintes passives qu'il alimente produisent un cloc hideux; avec des enceintes actives, il est hors de question de tolérer pareille calamité. Les HP d'aigus ont peu de chances de résister à ce type de traitement. La tension de commutation pour la mise en route des

amplificateurs de puissance apparaît donc comme désespérément primitive. Il y a mieux à faire.

Assurance tous risques

Le synoptique de la **figure 1**, c'est comme le baratin d'un démarcheur en assurances. Toutes les garanties offertes par le circuit y sont réunies sous leur meilleur jour. A gauche, un sous-ensemble essentiel: le détecteur audio BF. Sa fonction est de signaler la présence ou l'absence d'un signal basses-fréquences émis par l'amplificateur. Le capteur thermique surveille les radiateurs de l'étage de puissance, le détecteur CC signale la présence de composantes continues dans le signal appliqué aux HP; la tension d'alimentation (alternative) est surveillée en deux points: d'une part sur le circuit de protection lui-même et d'autre part sur les étages de puissance. Une entrée ERREUR (active au niveau logique bas) permet à l'utilisateur

Assurance tous risques pour HP

1

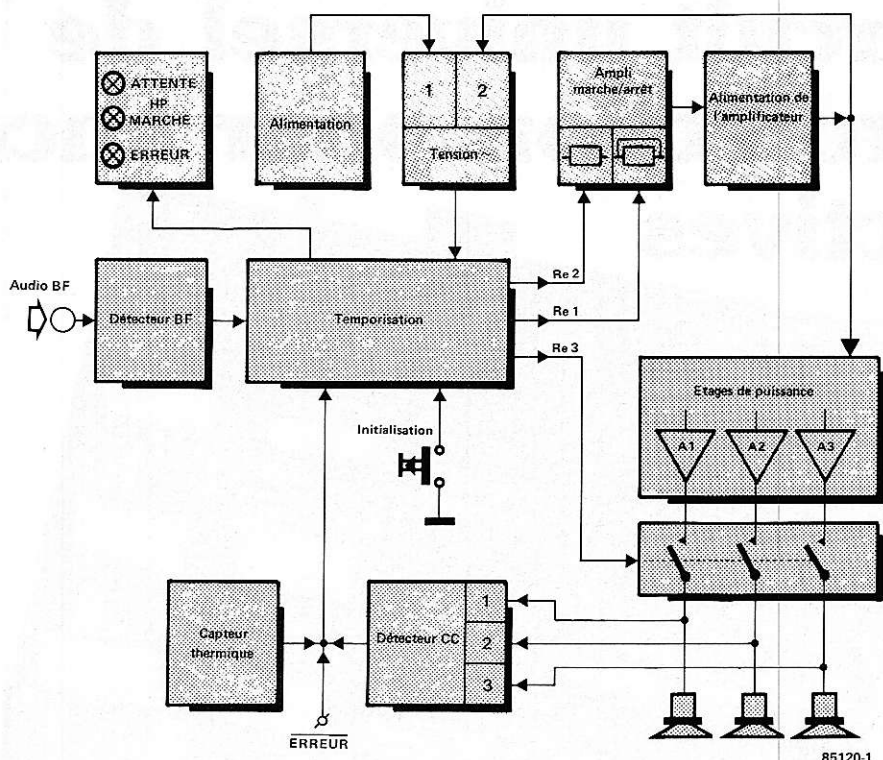


Figure 1. Dans le synoptique ci-contre, seules les parties grisées appartiennent au circuit de protection; le reste fait partie intégrante de l'installation à protéger.

de rajouter tout autre dispositif de surveillance de son choix. Du côté des sorties, on trouve trois LED indicatrices et trois relais, dont deux permettent la mise sous tension du transformateur d'alimentation de l'amplificateur, et dont le troisième permet la mise en service des HP.

Lors de la mise sous tension, le circuit se met automatiquement en mode "erreur", la LED rouge s'allume. Il convient d'actionner le poussoir d'initialisation qui mettra le circuit en mode "attente"; la LED jaune s'allume... à condition que toutes les conditions requises soient remplies. Cela peut paraître compliqué, mais c'est en fait tout ce qu'il y a à faire en temps normal. Si par contre l'une des tensions d'alimentation fait défaut, la LED jaune clignote pour le signaler. Remédiez à cela, et vous verrez la lampe jaune s'arrêter de clignoter. Le circuit attend encore l'arrivée d'un signal BF pour déclencher tout le bastringue.

Lorsque ce signal arrive enfin, le transformateur d'alimentation des étages de puissance est mis sous tension en douceur, et après trois clignotements supplémentaires de la LED jaune, celle-ci s'éteint et c'est la LED verte qui s'allume. En même temps les relais pour la mise en service des HP sont activés. *Musique!*

Lorsque le signal BF disparaît, le circuit attend cinq minutes avant d'inactiver les relais.

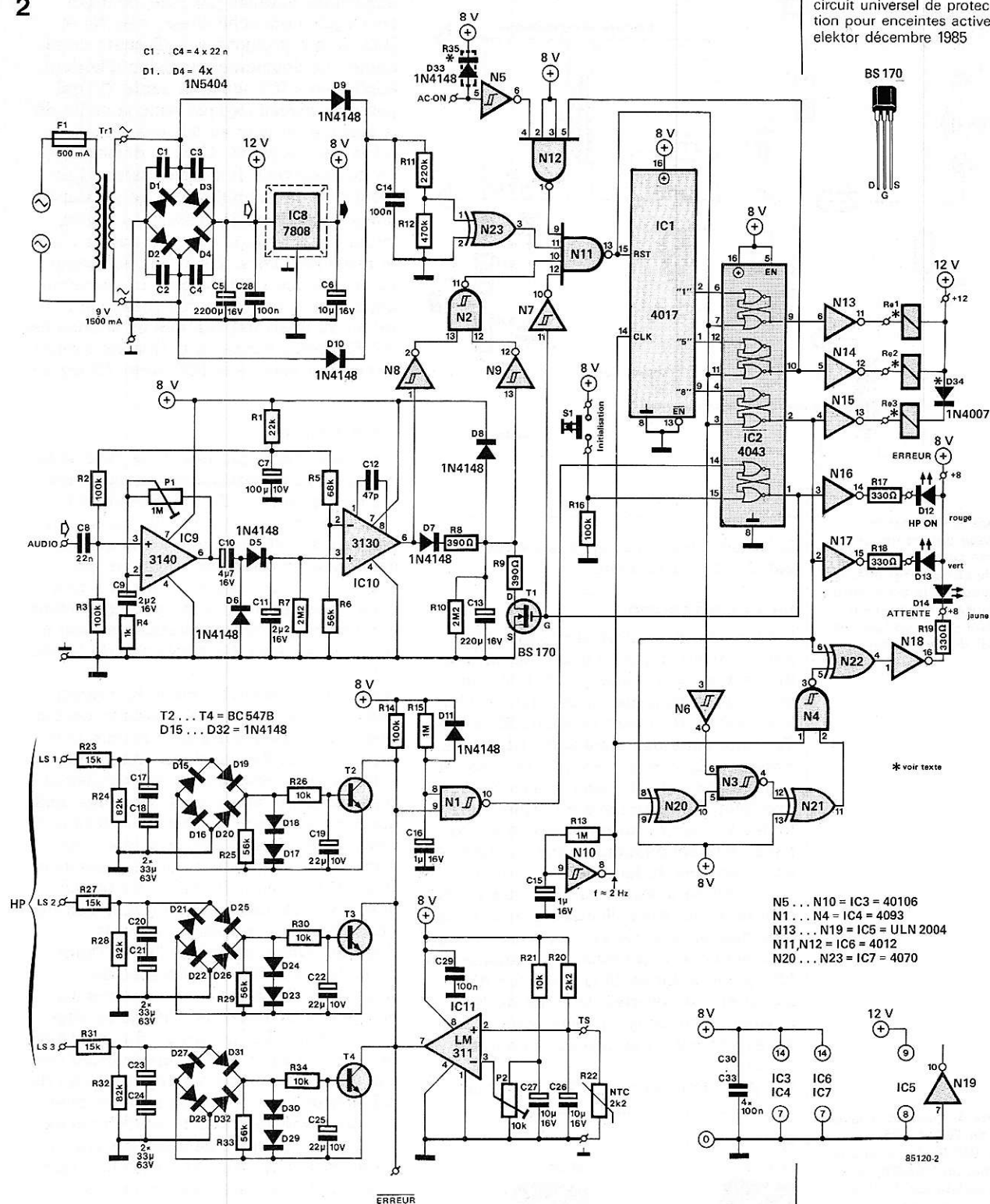
Un circuit vraiment universel

Le circuit de mise en marche et de protection est en service de façon permanente. Il lui faut donc sa propre alimentation. Si le transformateur Tr1 de la **figure 2** vous paraît surdimensionné, c'est parce que vous oubliez l'échauffement considérable

que connaîtrait, en service permanent, un transformateur calculé "plus juste". Le détecteur BF est construit autour de IC9, IC10, N8 et N9. Avec son gain de 1 000 environ, l'amplificateur opérationnel A1 commence par gonfler le signal d'entrée; il suffira donc d'une pichenette pour déclencher notre circuit (1 mV par exemple). Les deux diodes redressent, et A2 compare le signal redressé à la référence de 2V8 environ présente sur son entrée inverseuse. Sa sortie passe à un potentiel proche de celui de la tension d'alimentation lorsque le signal redressé dépasse 2V8. L'état de la sortie de A2 est "méorisé" par D7, C13 et R10 pendant 5 minutes environ. Les inverseurs N8 et N9 transforment la porte NAND N2 en porte OR, de sorte que sa sortie ne passe au niveau logique haut que lorsque l'une des entrées au moins de N8 ou N9 est elle-même haute. Comme N8 se trouve relié directement en sortie de IC10, la présence d'un signal BF est signalée aussitôt au reste du circuit.

Le capteur de tension est constitué par D9, D10, C14, R11, R12 et N23; il surveille la tension d'alimentation du circuit de protection lui-même. C'est une assurance sur l'assurance, quoi... Aussitôt que la tension d'alimentation est coupée (en fait 0,1 s après), le circuit de protection est remis en mode "attente". Le circuit autour de N5 et N12 a la même fonction, mais cette fois par rapport à la tension d'alimentation des étages de puissance.

La deuxième batterie de capteurs commande N1, et à travers lui, la bascule RS du bas dans IC2. Lorsque le potentiel commun à T2, T3, T4 et R14 devient proche de celui de la masse, la sortie de cette bascule est haute; la sortie de N16 passe au niveau logique bas, permettant



ainsi à la LED D12 de s'allumer. Pendant ce temps, N7 inactive tout le circuit: nous sommes en mode "erreur", dont on ne ressortira qu'après une courte pression sur le poussoir d'initialisation. C'est d'ailleurs le réseau RC R15/C16 qui lors de la mise sous tension fait passer le circuit de protection en mode "erreur". Voyons à présent les capteurs dont les sorties se rejoignent à l'entrée de N1 sur R14 (fonction OU câblée = *wired OR*). Nous avons là des détecteurs de courant continu au nombre de trois (un par HP) et le capteur thermique, sous la forme d'une NTC (coefficient thermique négatif); grâce

à P2 on peut régler le seuil de déclenchement de IC11, c'est-à-dire la température à partir de laquelle le circuit doit passer en mode "erreur". Si l'on désire effectuer un réglage vraiment fin, il faut prendre un potentiomètre ajustable multitour pour P2. Les détecteurs de courant continu sont assez simples: tout potentiel positif continu de 2V5 à 3 V ou plus va activer T2 à travers D19, R26 et D15, tandis que tout potentiel continu négatif de -2V5 à -3 V ou plus va permettre à un courant de circuler à travers D20, R26 et D15. Dans un cas comme dans l'autre, l'entrée de N1 reliée à R14 passe au niveau logique bas.

Figure 2. A première vue, on ne trouve pas forcément le rapport entre ce schéma électrique et le schéma de principe de la figure 1. Et pourtant, c'est exactement la même chose. Il ne faut pas être un génie de fantaisie et d'imagination pour rajouter des capteurs et détecteurs de toutes sortes au circuit existant, voire utiliser ce dernier pour tout à fait autre chose que la protection d'enceintes actives et la temporisation de leur mise en fonction.

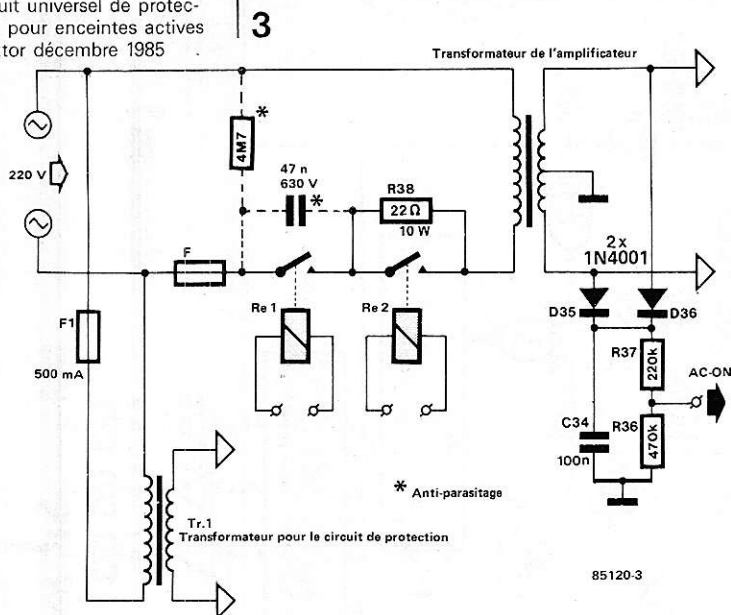


Figure 3. Ceci est le câblage des composants qui ne sont pas montés sur le circuit imprimé. On y reconnaît le principe du démarrage en douceur obtenu par le collage successif de Re1 et Re2.

Le filtrage des tensions BF est effectué par C17 et C18 en série.

La coordination

L'ensemble des informations collectées par les divers capteurs que nous venons de décrire est exploité par N11, le compteur IC1 cadencé par le générateur d'horloge N10 et les quatre bascules RS de IC2. Tant que l'une des entrées de N11 est au niveau logique bas ("erreur"), sa sortie et l'entrée Reset de IC1 sont au niveau logique haut. Ce circuit intégré remet alors toutes ses sorties au niveau logique bas; dans cette configuration d'initialisation, les trois bascules du haut dans IC2 ont leur sortie remise à zéro aussi. Les trois relais sont donc au repos. Si aucune erreur n'est détectée, et si après la mise sous tension on a actionné le poussoir d'initialisation, la LED jaune s'allume. Si la présence d'un signal BF est détectée, la sortie de N2 devient haute, ce qui permet enfin à celle de N11 de passer au niveau logique de repos.

IC1 peut donc se mettre à compter les

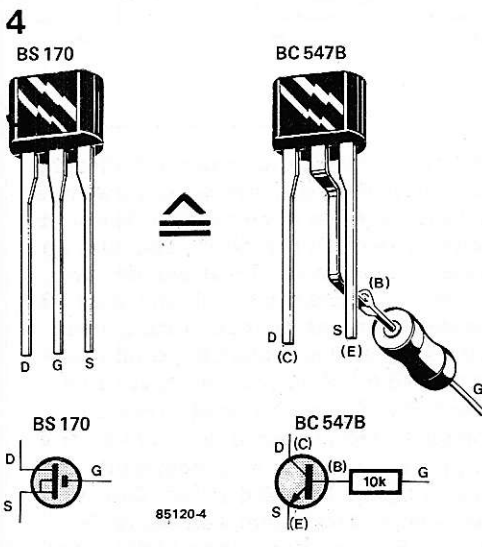
impulsions fournies par IC10; celles-ci sont également acheminées vers N4 et N22, ce qui permet à la LED jaune de clignoter. La deuxième impulsion d'horloge appliquée à IC1 active sa sortie "1" qui passe au niveau logique haut; la sortie de la bascule du haut en fait autant et le relais Rel est activé. C'est le démarrage en douceur pour le transformateur d'alimentation de l'amplificateur de puissance (nous reviendrons là-dessus). La sixième impulsion d'horloge active, à travers N14, le relais Re2; cette fois le transformateur est en service pour de bon. La neuvième impulsion appliquée à IC1 provoque l'activation du relais Re3 qui met en service les HP. En même temps, la LED jaune s'éteint et cède sa place à la LED verte. *Musique!*

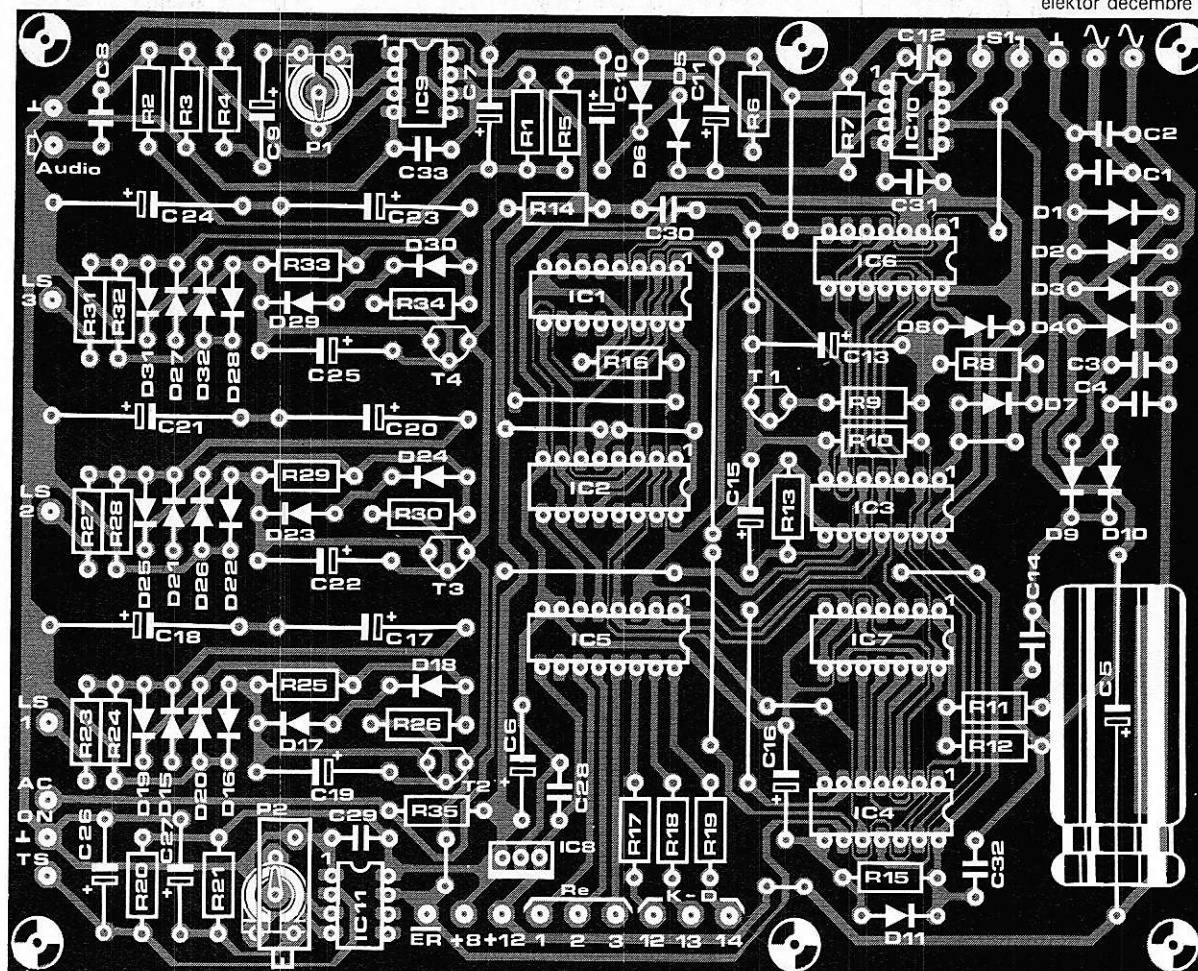
En douceur

Il arrive souvent que lors de la mise sous tension de transformateurs puissants, les plombs sautent... Ce qui est étonnant, c'est que cela arrive avec des transformateurs de 300 VA alors que les plombs sont de 16 A; avec des transformateurs toriques, c'est encore pire. La raison à cela est à chercher dans la morphologie même des transformateurs et l'instant de mise en service par rapport à la période de l'onde secteur.

Pour freiner l'engouffrement du courant dans les transformateurs puissants, on procède par étapes; la **figure 3** montre comment le relais Rel place une résistance en série entre le réseau et le transformateur, puis comment, après deux secondes, Re2 court-circuite cette résistance. Le fusible F devra bien entendu être adapté au transformateur de l'amplificateur de puissance. Pour l'alimentation du circuit de protection, il y a un fusible à part (F1). Si l'on dispose pour Re3 de relais à contacts doubles, autant les utiliser l'un et l'autre; on utilise alors deux résistances de 10 ohms/5 W. Ce sont ces deux résistances, les deux diodes et C34 qui se chargent de surveiller la tension d'alimentation de l'amplificateur; ces composants ne sont pas montés sur le circuit imprimé. Lors du câblage des relais, il ne faut pas oublier non plus D34; sa fonction est d'empêcher les diodes intégrées dans les inverseurs de puissance de faire leur travail de sorte que Re3 décolle avant Rel et Re2. Le choix des relais est très ouvert à condition que pour Rel et Re2 les contacts supportent 220 V et le courant nécessaire à l'amplificateur, et que pour Re3 on dispose d'au moins autant de contacts qu'il y a de haut-parleurs. Si l'on ne trouve pas de relais convenable, on pourra en monter deux en parallèle; cependant, chacun des contacts devra supporter des courants plus importants que ceux qui y circuleront en pratique; une valeur nominale minimale de 6 A pour ces relais ne nous paraît pas excessive. Le courant consommé par la bobine des relais ne doit pas excéder 0,3 A, soit 1 A en tout pour les trois relais. L'entrée audio BF de notre circuit de protection pourra être reliée directement à

Figure 4. Vous ne trouvez pas de FET VMOS du type BS170? Qu'à cela ne tienne, un BC547B avec une résistance de 10 k font un ersatz tout à fait acceptable.





Liste des composants

Résistances:

R1 = 22 k
R2, R3, R14, R16, R35 = 100 k
R4 = 1 k
R5 = 68 k
R6, R25, R29, R33 = 56 k
R7, R10 = 2M2
R8, R9 = 390 Ω
R11, R37 = 220 k
R12, R36 = 470 k
R13, R15 = 1 M
R17...R19 = 330 Ω
R20 = 2k2
R21, R26, R30, R34 = 10 k
R22 = NTC 2k2 (Siemens K45-10%-2k2, Philips 232-642-72222)
R23, R27, R31 = 15 k
R24, R28, R32 = 82 k
R38 = 2 × 10 Ω/5 W*
P1 = 1 M ajustable
P2 = 10 k ajustable

Condensateurs:

C1...C4, C8 = 22 n
C5 = 2 200 μ/16 V

C6, C26, C27 = 10 μ/16 V
C7 = 100 μ/16 V
C9, C11 = 2 μ/16 V
C10 = 4 μ/16 V
C12 = 47 p
C13 = 220 μ/16 V
C14, C28...C34 = 100 n
C15, C16 = 1 μ/16 V
C17, C18, C20, C21, C23, C24 = 33 μ/63 V (ou 47 μ/63 V)
C19, C22, C25 = 22 μ/10 V

Semiconducteurs:

D1...D4 = 1N5401 (diode 3 A)
D5...D11, D15...
D33 = 1N4148
D34 = 1N4007
D35, D36 = 1N4001
D12 = LED rouge
D13 = LED verte
D14 = LED jaune
T1 = BS170*
T2...T4 = BC547B
IC1 = 4017
IC2 = 4043
IC3 = 40106 (74HC14)
IC4 = 4093

IC5 = ULN2004
IC6 = 4012
IC7 = 4070
IC8 = 7808
IC9 = CA3140
IC10 = CA3130
IC11 = LM311

Divers:

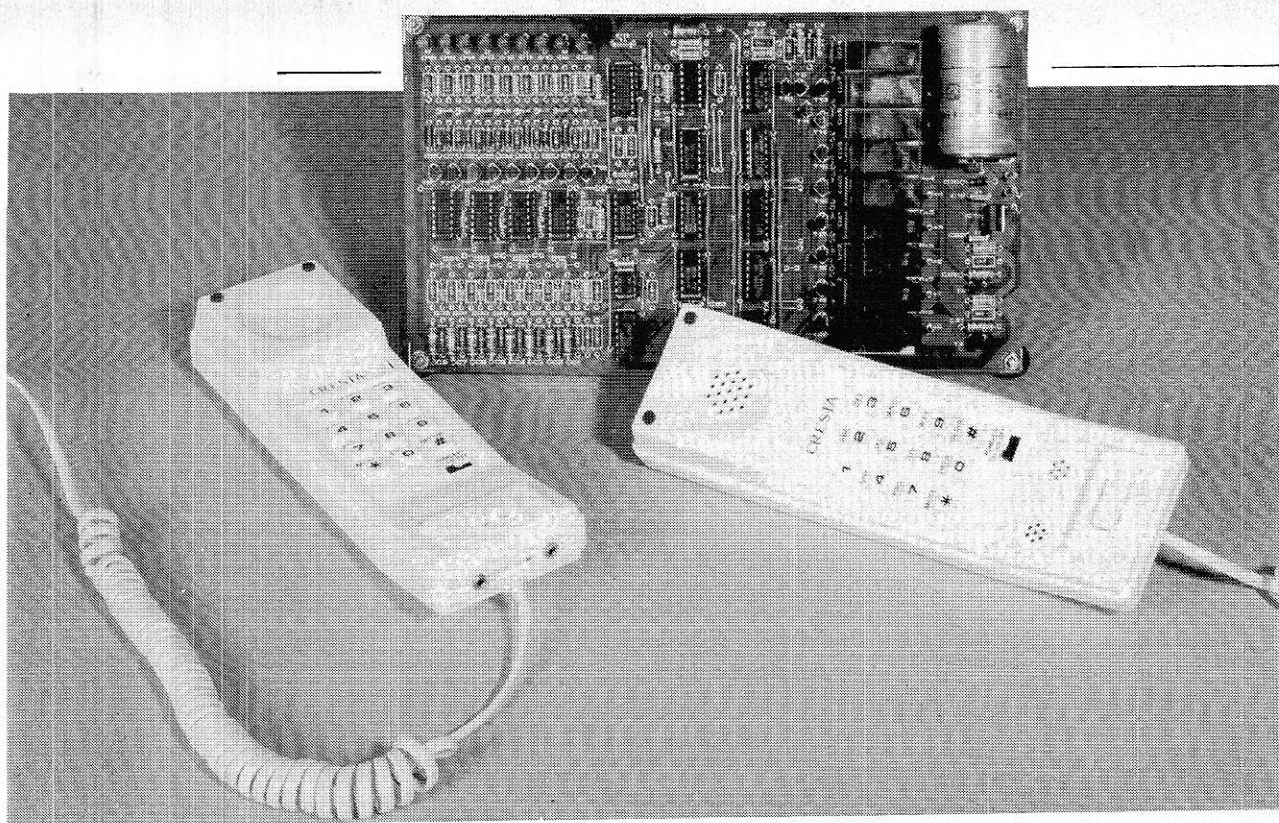
S1 = poussoir unipolaire, contact travail
Re1, Re2 = relais 12 V, courant d'excitation max. 300 mA contacts 220 V/4 A
Re3 = relais 12 V, courant d'excitation max. 300 mA trois contacts 6 A (min.) pour enceintes à 3 voies quatre contacts pour enceintes à 4 voies
Tr1 = transformateur d'alimentation, 9 V/1,5 A
Radiateur pour IC8 (cornière)
Fusible 500 mA retardé avec porte-fusible à cartouche
+ voir légende figure 5
*voir figure 4

Figure 5. Prenez garde lors du câblage des détecteurs de tension continue: il n'y a qu'une liaison à effectuer à partir du point chaud de la fiche HP de l'amplificateur de puissance vers chacun des points LS (voir figure 1). Il n'y a qu'une liaison de masse entre le circuit de protection et la chaîne audio à protéger, à savoir celle de l'entrée BF, prélevée sur le filtre répartition de fréquences. D33 doit être montée à la place de R35 de telle sorte que son anode soit du côté de C29 et la cathode du côté de C6 sur le circuit imprimé; si l'on renonce à utiliser l'entrée AC-ON, il faut remplacer D33 par R35=100k.

l'entrée du filtre répartition de fréquences.

Selon les étages de puissance, la température à partir de laquelle le circuit de protection doit entrer en activité gravitera autour de 80° (sur les radiateurs). Pour le réglage de ce seuil, il convient de procéder comme d'ordinaire, avec un bac d'eau et un thermomètre de référence. On plon-

ge la thermistance NTC dans l'eau chauffée à 80°, et l'on relie un voltmètre (calibre 10 V) entre le point "+8 V" et le point "ERREUR"; on règle alors P2 de telle sorte qu'à cette température IC11 bascule. On doit également noter une déviation conséquente de l'aiguille du voltmètre lorsque l'on relie l'une ou l'autre des entrées "HP" au "+8 V". *Musique!*



centrale téléphonique domestique

pour téléphones
"made in
Hongkong,
Taiwan, etc. . ."

Il vous est sans doute déjà arrivé de vous demander comment il était possible que certains pays d'Extrême-Orient soient capables de pratiquer de tels prix. Prenons l'exemple d'un téléphone à touches fabriqué à Hongkong: doté d'une mémoire pour 10 numéros, se souvient du dernier numéro composé, mise hors fonction de la sonnerie, réglage de sa puissance sonore, forme ergonomique, etc., etc. . . Et le prix de cette merveille, quelques dizaines de francs. Mais que peut-on faire de ces appareils bon marché, puisque la réglementation des PTT n'en autorise pas le branchement sur le réseau tant qu'ils ne sont pas homologués par ses services? A ce prix, on peut bien évidemment penser à les utiliser pour la décoration murale, à moins que l'on n'en achète plusieurs pour réaliser cette centrale téléphonique domestique. Nous vous indiquons le chemin à suivre pour une telle réalisation.

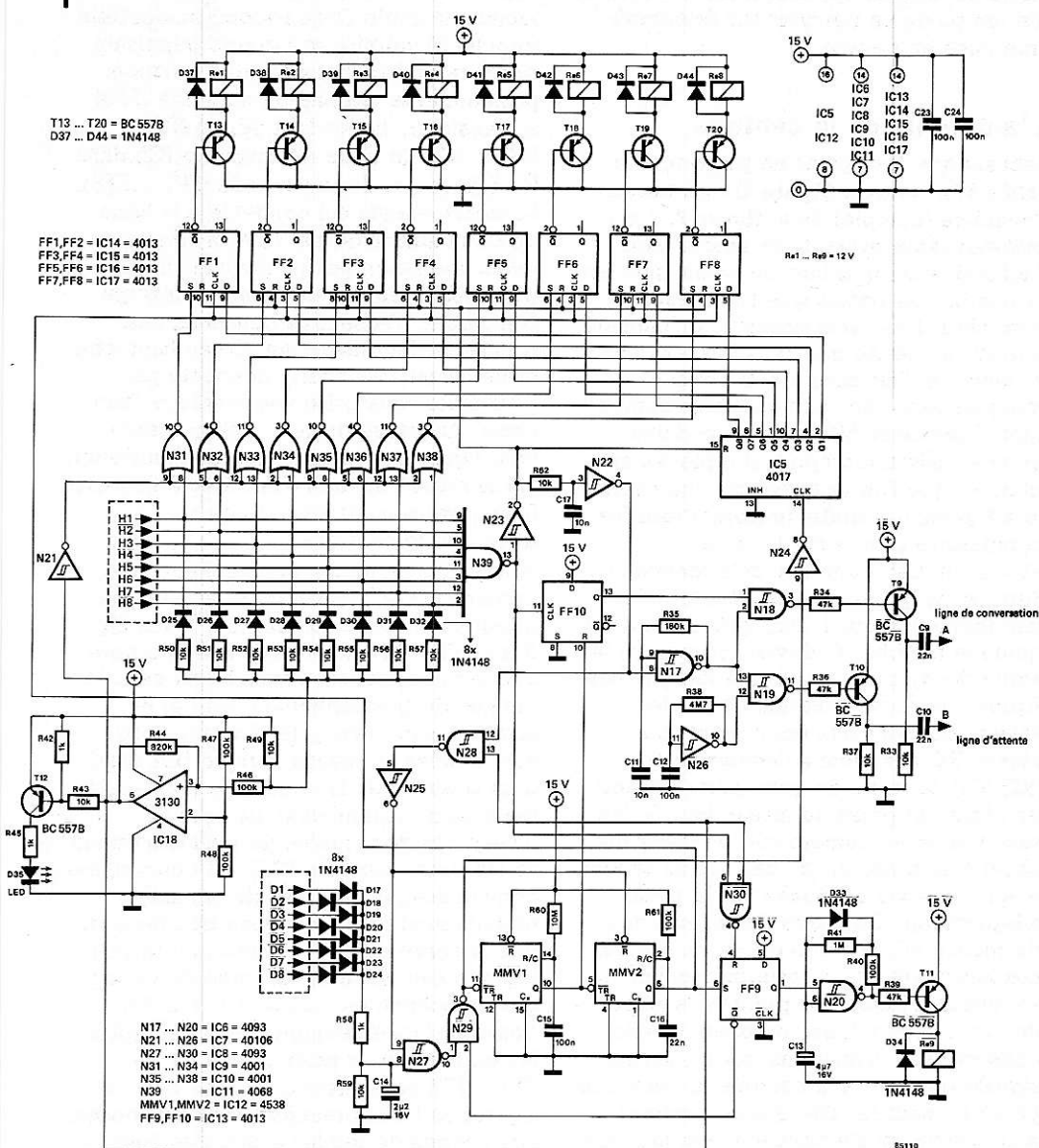
On peut bien sûr utiliser pour ce montage des téléphones "ex-PTT" mis au rebut par cette administration et que vendent quelquefois les Domaines. En fait, conviennent tous les types de d'appareils, (8 au maximum dans l'état actuel du montage), qui, pour la sélection d'un numéro, (par clavier ou par cadran), produisent un certain nombre d'impulsions (pulse dialing). Le choix ne manque donc pas.

Les possibilités

Une centrale téléphonique de ce genre fait bien évidemment plus que relier les

différents postes entre eux. Pratiquement, la seule chose que ne fasse pas la centrale est de définir le poste avec lequel vous désirez entrer en contact; ce sont en effet les impulsions produites par la composition d'un numéro sur le poste demandeur qui remplissent cette fonction. Toutes les autres fonctions doivent être prises en compte par la centrale. Pour plus de clarté, nous allons les énumérer:

- décodage et traitement des impulsions fournies par les différents téléphones,
- génération d'un signal de numérotation,
- génération (dans le cas de téléphones extrême-orientaux uniquement, nous y



Pour visualiser l'état du réseau, la centrale comporte 9 LED, (une par poste), permet-

Après avoir établi le cahier de charges de

Figure 1. L'ensemble de l'électronique peut être divisé en deux parties: celle de la centrale, dont le schéma est donné ici et celle de l'interface dont le schéma est illustré en figure 2. Le circuit de la centrale comporte de la logique associée à un nombre respectable de relais encartables. Les impulsions d'appel arrivent dans un compteur (4017) avant d'être envoyées aux bascules (FF1...FF8).

notre centrale téléphonique domestique, il est temps de se pencher sur l'électronique mise en oeuvre.

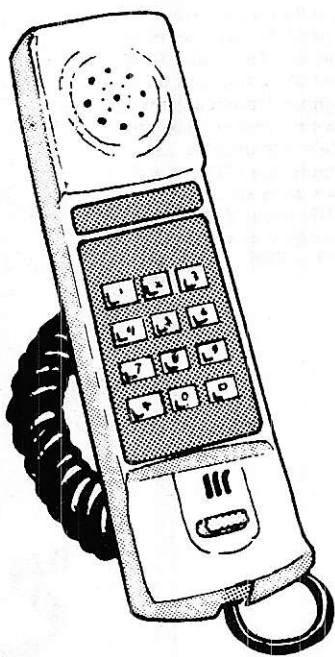
L'anatomie de la centrale

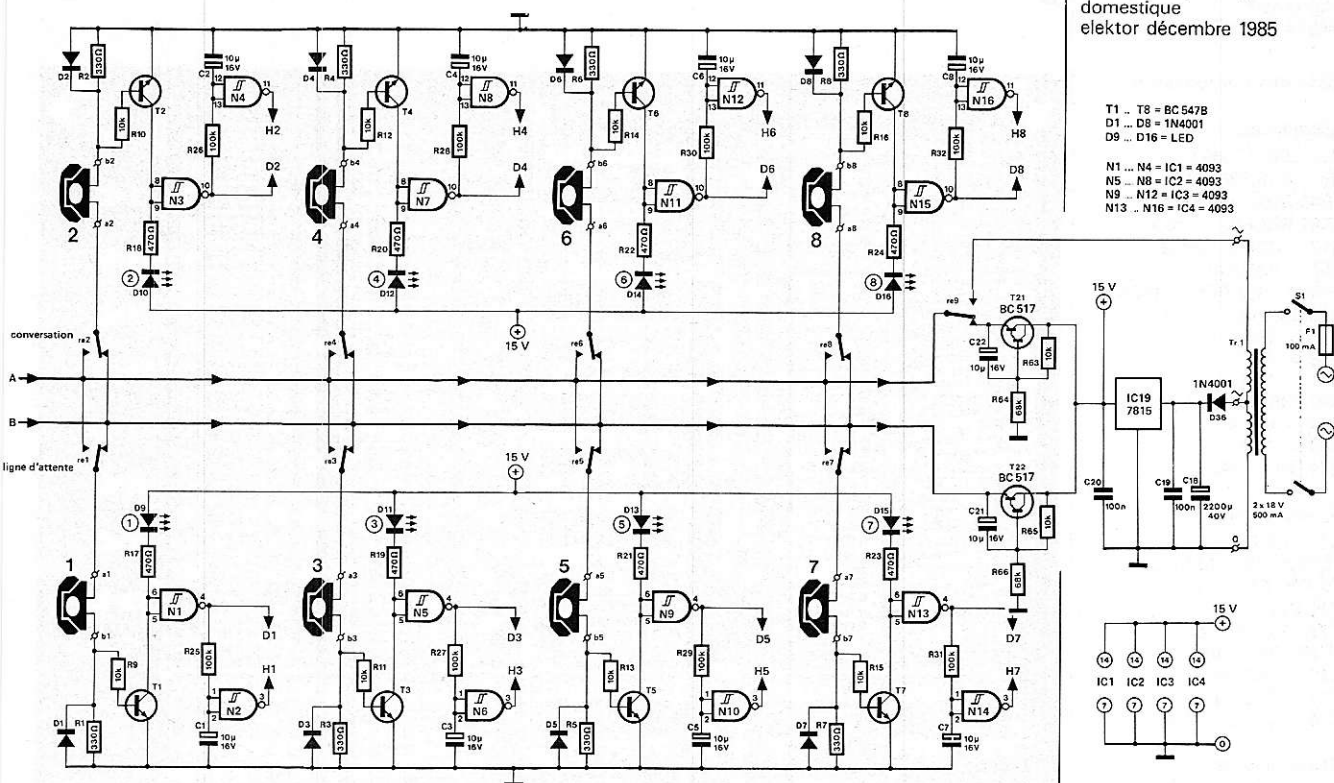
Sachant que les postes ne peuvent être reliés à la centrale (**figure 1**) qu'à travers l'interface (octuple) de la **figure 2**, il est indispensable, avant de se lancer dans l'achat des composants, de savoir quel est le nombre de postes que l'on prévoit d'installer. Avec trois postes, on n'implantera sur la platine que trois fois les composants de l'interface (deux portes logiques associées aux quelques composants connexes). Si l'on dispose d'une grande maison (comportant 8 pièces ou plus), et que l'on veut réaliser une centrale à 8 postes, il faudra implanter tous les composants prévus sur la carte.

Voyons un peu comment cela fonctionne. Supposons qu'un quidam décroche le téléphone numéro 1. Dès que le combiné quitte la fourche, T1 devient passant et la sortie de N1 passe au niveau logique haut. Après une durée déterminée par les valeurs données aux composants du réseau RC connecté à l'entrée de N2, (R25/C1), la sortie de cette porte change de niveau et passe au niveau bas. Si l'on sélectionne un numéro sur le clavier du poste 1, la sortie de N1 bascule au rythme des impulsions produites par le poste téléphonique. En raison de la présence du réseau RC, la sortie de N2 ne suit pas ces basculements et reste tranquillement au niveau logique bas pendant la sélection du numéro. Il est important qu'elle conserve son niveau bas, car ce dernier signale en outre à la centrale le décrochage d'un combiné. Dès que le combiné d'un second poste connecté à la centrale par les bornes H1...H8 est décroché, la sortie de IC18, un amplificateur opérationnel du type 3130 monté en comparateur, passe pratiquement à zéro, mettant ainsi les autres postes hors-circuit. Nous reviendrons sur la manière de réaliser ce "blocage". Ajoutons que la sortie de IC18 ne changera de niveau qu'à la fin de la communication, c'est-à-dire lorsque les deux combinés auront retrouvé leur place sur les fourches. Revenons à notre exemple. Les impulsions produites lors de la composition du numéro déclenchent d'une part les deux multivibrateurs monostables (MMV1 et MMV2) par l'intermédiaire de l'une des connexions D (D1...D8) et font d'autre part office de signal d'horloge pour IC5, un compteur à 10 sorties. Le "contenu" de ce compteur, en pratique le numéro choisi, n'est accepté par les entrées de données des bascules FF1...FF8 que lorsqu'il répond à deux exigences: il faut que moins de deux combinés soient décrochés, (quelqu'un désire téléphoner), et que FF9 n'a pas transmis de commande de sonnerie. Vues au ralenti, les choses se passent de la manière suivante: tant qu'il arrive des impulsions sur la broche 11 de MMV1, la sortie Q de ce monostable reste au niveau

haut. A la fin de ce train d'impulsions seulement, la sortie Q du second monostable (broche 6) fournira une courte impulsion, signal remplissant une double fonction: positionner la bascule de sonnerie (FF9) et transférer, via les huit portes NOR N31...N38, le code de sortie de IC5 dans les 8 bascules de commande (FF1...FF8). Le poste sélectionné est connecté à la ligne de communication par l'intermédiaire du relais correspondant et simultanément, la porte N20 associée aux composants qui l'entourent, (l'ensemble constituant un oscillateur fournissant un niveau haut long et un niveau bas court), connecte par intermittence la prise intermédiaire "sonnerie" du transformateur d'alimentation (voir figure 2) à la ligne de communication via le relais Re9. Le poste sélectionné se manifeste joyeusement jusqu'à ce que l'on décroche le combiné.

Pour éviter qu'un tiers ne se mêle indiscrètement à la conversation, les niveaux logiques présents aux sorties Q des flip-flops FF1...FF8 sont gelés tant que dure une communication. Pour obtenir cela, les entrées de positionnement (set) et de remise à zéro (reset) des huit flip-flops sont forcées au niveau logique bas, (pendant la durée de la communication seulement bien évidemment). La mise au niveau bas des entrées de positionnement se fait entre autre via IC18. Au cours d'une communication, la sortie de cet ampli opérationnel reste au niveau bas, de sorte que la sortie de N21 se trouve au niveau logique haut. Comme la sortie de ce trigger de Schmitt est connectée aux flip-flops par l'intermédiaire des portes NOR, les entrées de se positionnement de FF1...FF8 sont mises au niveau bas, ce qui répond à la première condition posée. Les entrées de remise à zéro des bascules 1 à 8 sont mises au niveau bas à travers N23. Tant qu'un combiné est décroché, la sortie de N39 se trouve au niveau haut. La sortie (broche 2) de N23, est, un coup d'oeil au schéma le confirme, connectée aux lignes de remise à zéro des flip-flops et donc basse, de sorte qu'il est impossible à un troisième poste (ne parlons pas d'un quatrième ou d'un cinquième) de se mêler à la conversation. Pour signaler qu'il y a déjà une conversation en cours, un signal "occupé" est appliqué à la ligne d'attente. Cette tonalité est générée par les portes N19 et N29 associées au transistor T10. En même temps que le générateur de signal de numérotation, réalisé à l'aide des portes N17, N18 et de T9, la partie précédente de la centrale est activée par FF10 dès que le combiné est décroché. A quoi bon un générateur de signal de numérotation? Uniquement pour indiquer à la personne qui décroche le combiné que la centrale est en mesure d'accepter un "numéro" (à un seul chiffre en fait). Ce générateur n'a rien à voir avec les impulsions naissant lors de la composition d'un numéro d'appel. Au contraire, en cas d'apparition d'une impulsion d'appel à l'un des points de connexion D, l'oscillateur est immédia-





tement mis hors fonction par l'intermédiaire de FF10.

Comme indiqué plus haut, il existe deux manières d'effectuer la liaison: soit par la composition d'un chiffre, soit automatiquement. Ce dernier mode fonctionne de la manière suivante: les flip-flops FF1...FF8 ne sont bloqués qu'après établissement d'une liaison. Tant qu'un seul combiné est décroché, la sortie de N21 est au niveau bas et les flip-flops restent "accessibles". Après le décrochage d'un second combiné, il se passe un certain temps avant que n'ait lieu le blocage effectif des flip-flops, et le premier poste est rapidement mis en liaison avec le second. Même s'il ne s'agit pas du numéro que vous venez de composer!!! Ceci ne se passe bien évidemment que dans le cas, peu probable, où deux personnes ont décroché simultanément les combinés de leurs postes respectifs. On n'aura pas besoin à ce moment de composer un numéro, la liaison est établie immédiatement.

Alimentation et réalisation

Les postes reçoivent leur alimentation à travers les lignes de conversation et d'attente. La tension nécessaire à la sonnerie, 2 x 18 volts dans notre cas, passe en outre par la ligne de conversation, par l'intermédiaire d'un relais cependant (Re9), et uniquement lorsque cela est nécessaire. Rien n'interdit d'opter pour une tension de sonnerie plus élevée, mais les 36 V actuellement disponibles sur le montage, font, à notre avis, suffisamment de bruit, (voir à ce sujet la liste des composants). La seule fonction des transistors T21 et T22 est d'opposer une forte résis-

tance au courant alternatif pour éviter que le signal de conversation ne subisse une atténuation trop importante.

Ce montage n'exigeant pas de réglage, on pourra mettre la centrale dans son boîtier dès que l'on en a terminé la construction, qui en fait se résume à l'implantation des composants convenables sur le circuit imprimé illustré en figure 3. La connexion des différents postes au circuit de la centrale parle de lui-même: il suffit de connecter l'un des fils à l'un des points al...a8 et l'autre au point correspondant choisi entre b1 et b8.

Avant d'en avoir terminé, une ou deux remarques: en raison du retard introduit par la présence d'un réseau RC à proximité de chaque paire de portes associée à chaque poste, (figure 2), il peut arriver que l'on entende brièvement retentir la sonnerie lors du décrochage du combiné par votre correspondant. Il aurait été possible de supprimer cet inconvénient mineur, cette suppression aurait cependant exigé une quantité d'électronique sans rapport avec le résultat obtenu. Si l'on utilise des téléphones ne provenant pas d'Extrême-Orient, mais du type de ceux vendus par les PTT, il peut être nécessaire de devoir adapter leurs connexions internes (voir le schéma collé à l'intérieur du boîtier, schéma dont la majorité d'entre eux est, en règle générale, dotée).

Figure 2. Chaque poste téléphonique doit être doté de sa propre interface. Le circuit imprimé de la figure 3 peut recevoir 8 interfaces maximum. Si l'on désire, par exemple, interconnecter 4 téléphones, il faut réaliser 4 interfaces, ce qui revient à n'en faire que la moitié. Outre la tension d'alimentation, le transformateur d'alimentation fournit aussi la tension de sonnerie.

A noter que les relais marqués re1...re9 sont les mêmes que ceux marqués Re1...Re9 en figure 1.

Liste des composants

Résistances:

R1...R8 = 330 Ω
R9...R16, R33, R37, R43,
R49, R50...R57, R59,
R62, R63, R65 = 10 k
R17...R24 = 470 Ω
R25...R32, R40,
R46...R48, R61 = 100 k
R34, R36, R39 = 47 k
R35 = 180 k
R38 = 4M7
R41 = 1 M
R42, R45, R58 = 1 k
R44 = 820 k
R60 = 10 M
R64, R66 = 68 k

Condensateurs:

C1...C8, C21,
C22 = 10 μ /16 V
C9, C10, C16 = 22 n
C11, C17 = 10 n
C12, C15, C19, C20,
C23, C24 = 100 n
C13 = 4 μ 7/16 V
C14 = 2 μ 2/16 V
C18 = 2 200 μ /40 V

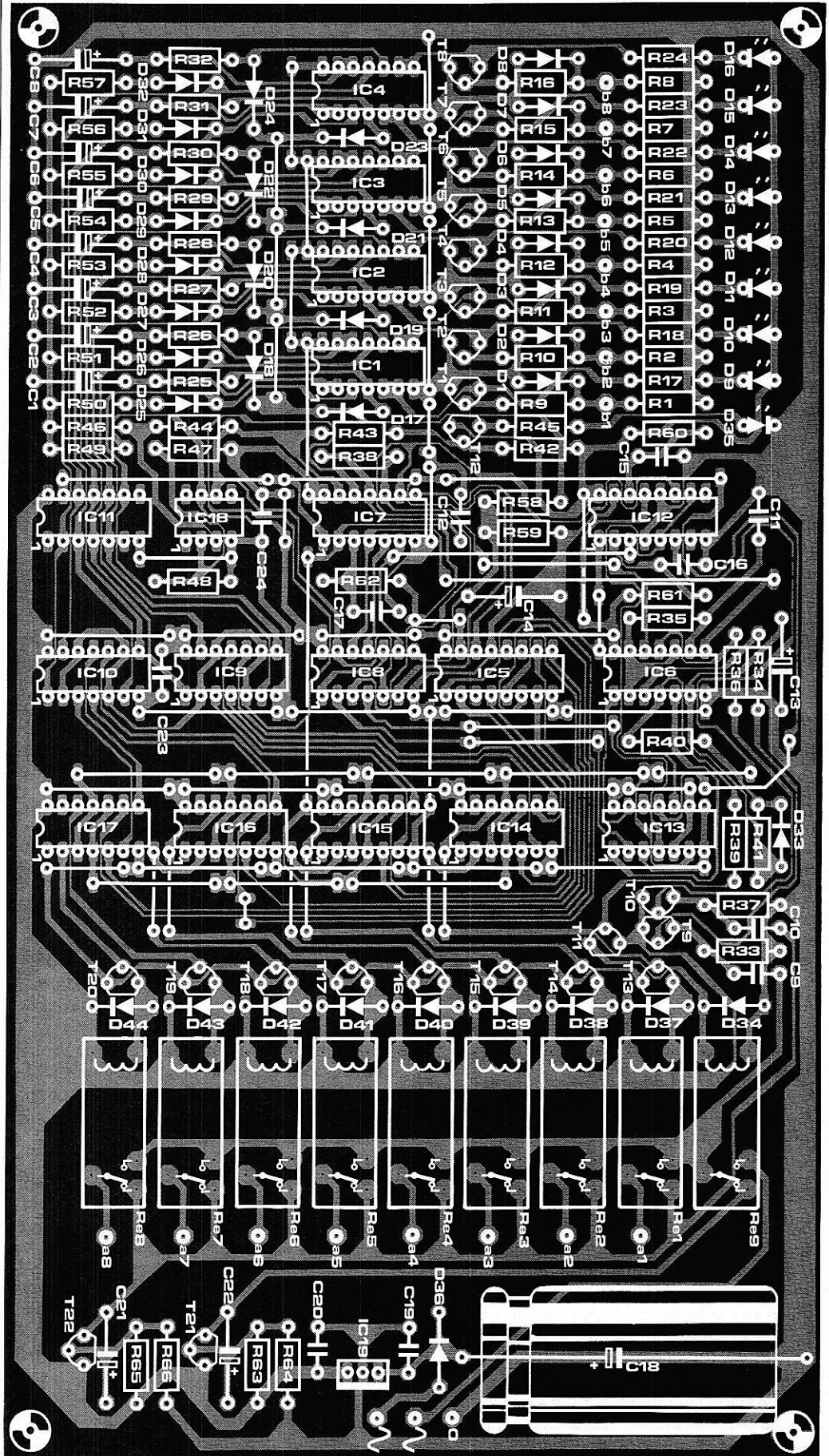
Semiconducteurs:

D1...D8, D36 = 1N4001
D9...D16, D35 = LED
D17...D34,
D37...D44 = 1N4148
T1...T8 = BC 547B
T9...T20 = BC 557B
T21, T22 = BC 517
IC1...IC4, IC6, IC8 = 4093
IC5 = 4017
IC7 = 40106
IC9, IC10 = 4001
IC11 = 4068
IC12 = 4538
IC13...IC17 = 4013
IC18 = 3130
IC19 = 7815

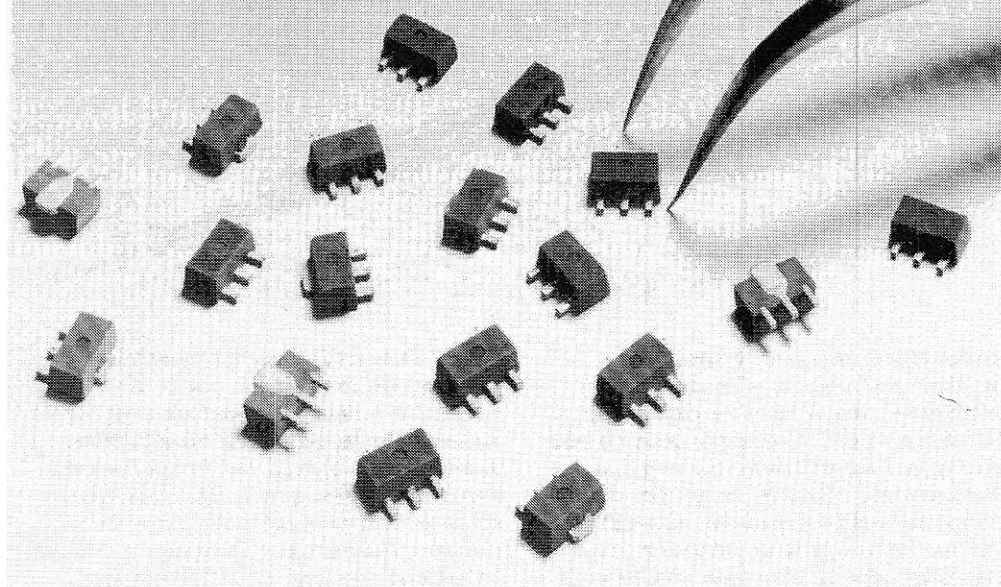
Divers:

S1 = interrupteur secteur
double
Re1...Re9 = relais
encartable 12 V (par
exemple Siemens
V23027-b0002-A
(à positionnement vertical)
Tr1 = transfo secteur
2 x 18 V/0,5 A ou transfo
0-18-36 V/0,5 A ou transfo
0-18 V/0,5 A + transfo
0-36 V/50 mA
F1 = fusible 100 mA

Figure 3. Représentation
du dessin des pistes et de
la sérigraphie de l'implan-
tation des composants de
la centrale téléphonique
domestique. Tous les
composants y prennent
place à l'exception du
transformateur d'alimen-
tation.



les CMS



ce sigle
annonce-t-il
l'aube d'une ère
nouvelle?

Lorsqu'on en voit pour la première fois, on a du mal à croire qu'il s'agit de "vrais" composants électroniques. Et pourtant, ce sont bien là des résistances, des condensateurs, des transistors et des circuits intégrés à part entière. La seule différence est que les composants en question sont de taille lilliputienne...

Vous avez sans aucun doute percé le mystère: nous sommes en train de parler des Composants Montés en Surface (CMS), composants spécialement étudiés pour le montage en surface sur circuits imprimés sans orifices. Ces composants ne comportent pas de broches de connexion à proprement parler et sont soudés directement, côté "pistes", à l'emplacement qui leur est destiné. Si les pronostics se confirment, en 1990, soit dans quatre ans, la moitié de tous les montages électroniques seront basés sur cette nouvelle technologie. A moyen terme, il y a de grandes chances que les composants auxquels nous sommes habitués soient supplantés par des CMS, et donc, que vous, lecteurs, et nous soyons, tôt ou tard, confrontés à eux!

L'assemblage par montage en surface, AMS, est le nouveau cheval de bataille, le leitmotiv des fabricants de composants. Ce mode "d'implantation" n'a quasiment plus rien de commun avec ce que nous avions connu jusqu'à présent. Les composants ne sont plus implantés dans les orifices prévus à cet effet, mais posés à même la surface de cuivre et soudés par reflux, à l'endroit même où ils sont placés. Il n'est plus possible d'utiliser la technique de la soudure à la vague, avec laquelle les broches et les extrémités entraînent juste en contact de la crête d'une vague de soudure. Des différentes techniques de soudure par reflux connues, la technique la plus

souvent adoptée est celle baptisée en phase vapeur. Dotée de ses composants, la carte électronique est descendue dans un bac au fond duquel se trouve un liquide maintenu en ébullition. Lorsque la platine se trouve dans la vapeur saturée produite par le liquide, il se produit une condensation de cette vapeur sur la carte et la chaleur latente de vaporisation ainsi dégagée provoque la fusion de la soudure. A noter la température élevée nécessaire pour ce processus: la vapeur saturée doit avoir une température de l'ordre de 210 — 220 °C et l'immersion dans la vapeur durer entre 25 et 55 secondes. A noter qu'il existe des condensateurs sup-

1

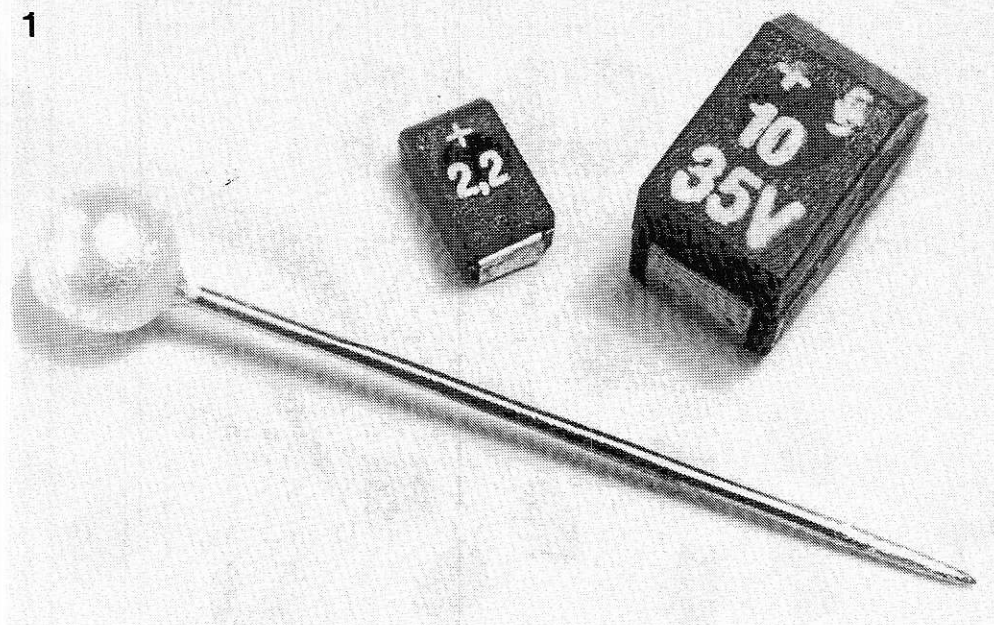


Figure 1. Condensateurs au tantale version CMS fournis par Siemens. Comparés aux tantales classiques, dont les dimensions sont déjà bien faibles, les CMS au tantale sont cinq fois plus petits.

portant 265°C pendant 15 secondes. En raison de ces nouvelles conditions thermiques, très sévères au demeurant, les fabricants ont développé, pour ce nouveau type d'assemblage, une nouvelle génération de composants qui ont deux caractéristiques en commun: une taille extrêmement réduite et l'absence (ou la quasi-absence) de connexion filaire pour la soudure. L'appellation générique de ce type de composants est Composant Monté en Surface (CMS), ou SMD, (Surface Mounted Device), outre-Manche et outre-Atlantique.

Vous n'êtes sans doute pas sans vous demander pourquoi les feux de la rampe se concentrent brusquement tous sur ce type de composants? L'ancienne technologie est-elle totalement dépassée ou n'est-ce en fait que pour aller plus loin dans la miniaturisation? Ce n'est sans doute pas là la raison principale, encore qu'il s'agisse d'une retombée très intéressante. La raison principale fournie par les fabricants d'appareils électroniques est une réduction sensible des coûts d'assemblage; une concurrence forcée les pousse à réduire ce poste de dépenses au strict minimum.

Avantages du montage en surface

Actuellement, le prix de revient d'un circuit électronique est déterminé pour la plus grande part, non pas par le prix de revient des composants, mais par les frais de montage. Comment cela est-il possible? Ces dernières années, les fabricants de composants ont investi des sommes astronomiques dans le développement de composants de meilleure qualité, moins chers et de taille plus réduite, mais l'évolution de la technologie de montage n'a pas suivi d'évolution similaire. Inventé voici plus de trois décennies, le montage sur circuit imprimé n'a guère connu de changement. Comparé au prix de revient des composants, le poste "frais d'assem-

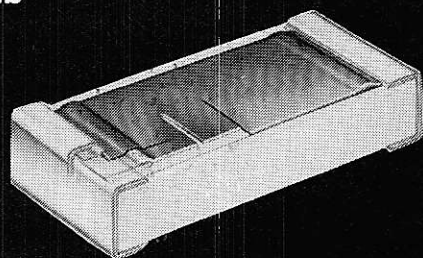
blage" s'est alourdi au fil des années. Au cours de la première année de son utilisation, le montage en surface s'est révélé une excellente technique de réduction des frais de montage. Les économies réalisées sont telles, que le prix plus élevé actuellement pratiqué pour les CMS n'entre quasiment pas en ligne de compte. Le second avantage des CMS est une réduction très sensible de l'encombrement du montage électronique. En effet, comparé à la technique classique, ce type d'assemblage permet de réaliser, pour un montage donné, des économies de surface de l'ordre de 60 %, (plus de la moitié!!!). La surface finale du circuit peut encore être réduite, car les machines utilisées pour le montage en surface n'ont pas besoin de "jouer des coudes" et n'exigent donc pas "un espace de travail" supplémentaire pour effectuer l'implantation des composants, comme cela est le cas avec les machines automatiques d'implantation de composants conventionnels. Ceci impliquait jusqu'à présent que, lorsqu'il était impératif qu'un circuit reste de faibles dimensions, le fabricant devait se résoudre à une implantation manuelle, avec tous les inconvénients qu'elle comporte!

Les troisième et quatrième avantages du montage en surface sont étroitement liés. L'absence de fil de connexion chez le CMS a d'une part sensiblement réduit les mises au rebut lors de la fabrication et d'autre part augmenté notablement la fiabilité et la qualité du produit fini. Dans le cas des montages HF en particulier, l'absence de connexion constitue un immense avantage. Une réduction de la taille de ce type de montage diminue très fortement les effets du rayonnement du (et sur le) circuit, augmente la fréquence limite de fonctionnement et fait appartenir au passé l'effet gênant de "microphonie".

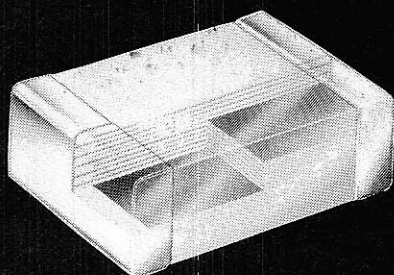
Un peu d'histoire

Il n'est pas inutile de s'intéresser l'espace

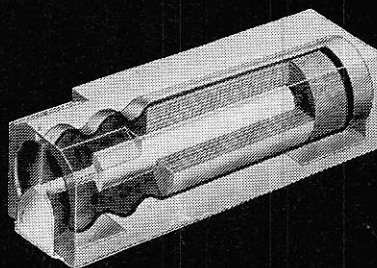
2b



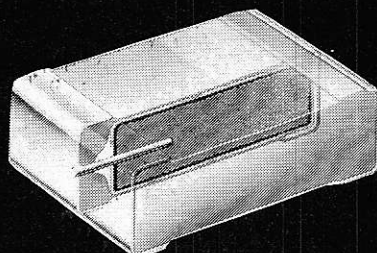
b



b



d



les CMS
elektor décembre 1985

Figure 2. Coupe illustrative de différents composants passifs. En 2a une résistance, en 2b un condensateur céramique, en 2c un condensateur électrochimique à l'aluminium, en 2d un condensateur au tantale. Ces divers CMS sont fournis par différents fabricants au nombre desquels on compte RTC, Thomson, Philips et bien d'autres...

de quelques lignes à l'évolution des technologies de montage au fil des ans, pour se rappeler comment les choses se passaient avant l'assemblage par montage en surface.

Au début de ce siècle, "l'électronique" tenait plus de la mécanique, avec ses fixations de lampes, ses barettes ou cosses-relais et ses plaquettes-support. Un gros fer à souder permettait, à gros renfort de soudure, de fixer les unes aux autres les différentes "pièces", car c'était bien de pièces qu'il s'agissait. Puis vint l'époque du circuit imprimé, que nombre d'entre vous (et nous) ont qualifié de révolution. Vu sous l'angle des amateurs d'électronique, les choses n'ont guère évolué depuis cette époque, puisque ces derniers continuent d'implanter manuellement les composants dans les orifices prévus à cet effet sur le circuit imprimé, les choses n'ayant d'ailleurs pas de raison de changer, pour l'instant du moins.

Depuis l'apparition du circuit imprimé, les fabricants d'électronique ne sont pas restés les bras croisés, attitude qu'ils ne peuvent bien évidemment pas se permettre. Aux alentours de 1960, apparurent les premières machines-outils pour le montage automatisé de composants à connexions radiales (résistances, condensateurs et autres diodes), la prise des composants, leur mise en forme et l'implantation se faisant automatiquement. L'étamage et la soudure se faisaient à la vague. Il a fallu un certain temps avant que n'apparaissent des machines capables de travailler avec des composants à connexions radiales, tels que transistors et circuits intégrés. Dès lors, l'automatisation totale avait pris le dessus. A de très rares exceptions près, tous les composants étaient implantés par la machine sur le circuit imprimé: l'assemblage automatisé était né.

Aujourd'hui, cette automatisation a atteint un niveau de qualité tel qu'il n'y a plus guère de raison d'espérer pouvoir l'améliorer de façon sensible, tant que l'on continue d'utiliser des composants

"ordinaires". Les limitations qu'elle connaît doivent être considérées comme étant inhérentes au système, et il vaut mieux dépenser son énergie à trouver de nouvelles solutions plutôt qu'à tenter de repousser péniblement ces limites. Quelles sont-elles en fait ces limitations? La plus importante catégorie concerne les erreurs de montage, qui atteignent le nombre de 1 000 à 2 000 erreurs par million de composants, (à titre de comparaison, le taux d'erreurs de montage tombe à 1 % du précédent, de 10 à 20 donc dans le cas d'un assemblage par montage en surface). La seconde est l'excédent d'espace nécessaire à une implantation automatisée par rapport à celui indispensable lors d'une implantation manuelle: + 30 % environ. En résumé: bien qu'étant nettement plus rapide et moins onéreux le montage automatisé avec composants classiques, n'apporte que peu de choses à l'amélioration qualitative ou à la miniaturisation des circuits électroniques.

La conséquence que l'on ne manquera pas de tirer de la conclusion précédente est qu'il fallait, pour espérer des améliorations sensibles, partir à la découverte de voies radicalement différentes. Ceci est bien évidemment plus vite dit que fait. L'un des premiers indices tentant à prouver que l'on était sur la bonne voie, fut l'apparition de circuits dits hybrides, en particulier ceux réalisés selon la technologie de la "couche épaisse". Les semiconducteurs passifs et les résistances sont implantés par processus photographique sur le substrat, les composants actifs et condensateurs y étant eux soudés individuellement. Le substrat étant une matière relativement chère, c'est pour cette raison qu'ont été conçus des mini-composants spéciaux, sans connexion, des composants qui ressemblent comme deux gouttes d'eau aux, vous l'avez sans doute deviné, CMS!

On peut de ce fait considérer la technologie de la couche épaisse comme étant la devancière de la technologie des CMS.

Figure 3. Coupes de quelques composants actifs en version CMS. En 3a, b et c, nous découvrons les boîtiers pour transistor modèles SOT-23, SOT-89 et SOT-143 respectivement. Le croquis 3d illustre l'apparence d'une diode en boîtier SOD-80. Les semiconducteurs en version CMS ont les mêmes caractéristiques et propriétés que leur grands frères (ou soeurs), à ceci près qu'en raison de leur taille, la puissance qu'ils sont capables de dissiper est légèrement moindre.

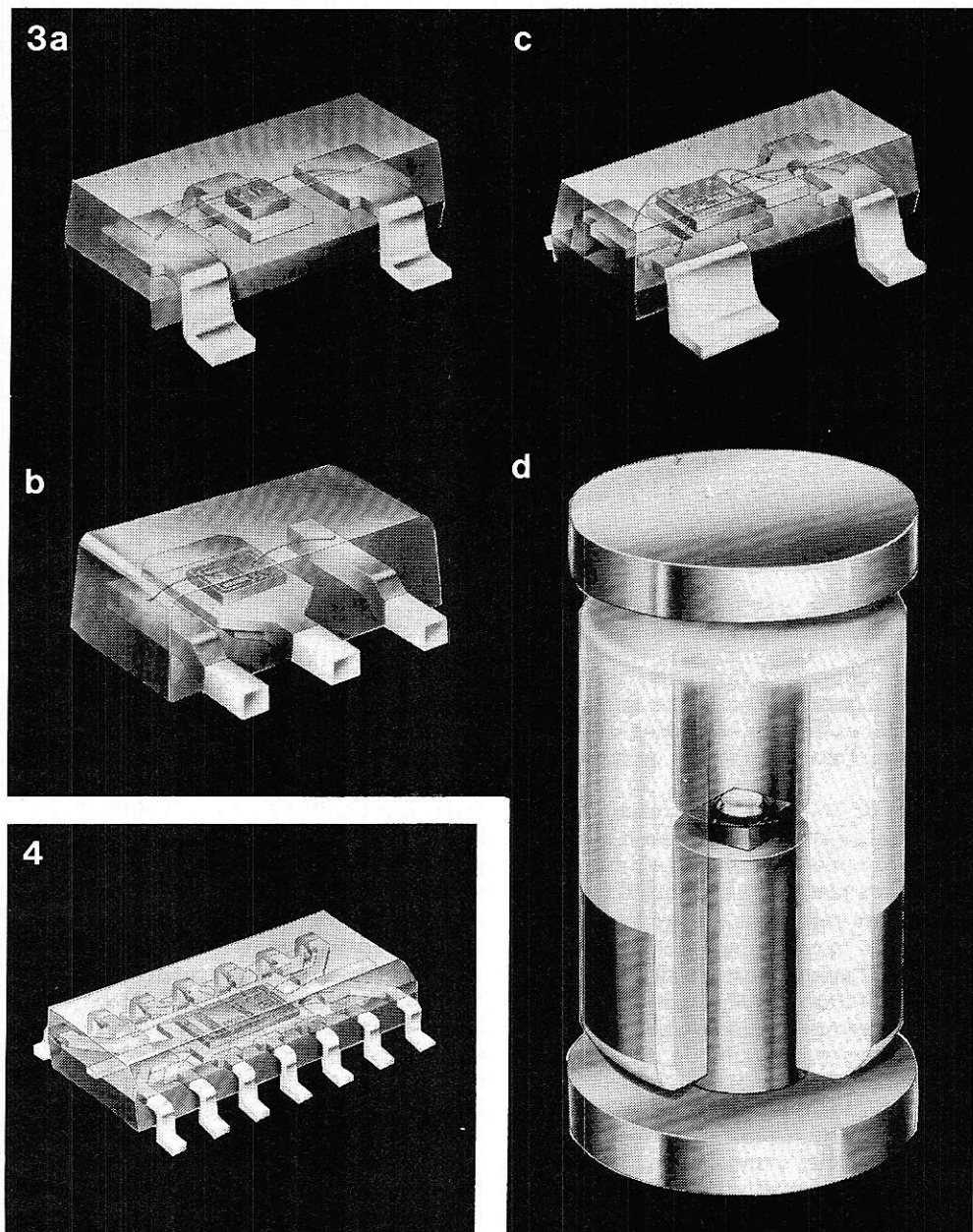


Figure 4. Le choix de circuits intégrés en version CMS est déjà très varié. Le croquis montre un circuit intégré dans un boîtier SO-14.

Cette dernière technologie devint un succès du jour où l'on réussit le montage expérimental de CMS sur des circuits imprimés à l'aide de machines utilisées auparavant pour la technologie de la couche épaisse. Les premiers essais eurent lieu voici quelque 6 ou 7 ans au Japon, les Etats-Unis et l'Europe s'y mettant à leur tour quelques années plus tard. L'Europe, RTC et Thomson en particulier, met les bouchées doubles pour combler son retard.

Les CMS

Les différentes photographies d'illustration de cet article montrent que, comparés à leurs homologues classiques, les CMS ont une physionomie particulière, c'est le moins que l'on puisse dire: il s'agit soit de minuscules blocs parallélépipédiques ou cylindriques soit de mini-circuits intégrés dotés de connexions ultra-courtes, il faudra s'y habituer.

Après avoir porté notre attention sur leur apparence extérieure, intéressons-nous à leur constitution interne. Les entrailles

d'un CMS sont-elles différentes de celles d'un composant classique. Non, il n'en est rien, si ce n'est que de tels composants sont de meilleure qualité que les composants traditionnels et qu'ils sont conçus pour être capables de supporter une soudure dans un bain de vapeur saturée à une température provoquant la fusion la soudure recouvrant les plots sur lesquels sont placés les CMS.

Nous en arrivons sans doute à la seule question ayant une quelconque importance pour les amateurs d'électronique: quels sont les composants actuellement disponibles sous la forme de CMS. Il vaudrait mieux en fait poser la question inverse, à savoir quels sont ceux qui ne le sont pas? En effet, près de 80 % des composants standard existe déjà en version micro-boîtiers: résistances, condensateurs qu'ils soient céramiques, électrolytiques ou au tantale, diodes de tous types, transistors, thyristors et circuits intégrés en tout genre, pour ne citer qu'eux. Certaines firmes proposent même des LED et des selfs en version CMS!

Nous allons passer en revue les différents

composants disponibles sur le marché, en nous basant sur les programmes de vente de RTC et de Thomson.

Les composants passifs

On trouve sur le marché des résistances CMS de toutes les valeurs comprises entre 1 ohm et 10 Mohms, avec des tolérances de ± 5 , ± 10 ou ± 20 %. La **figure 2a** donne une coupe d'une résistance CMS. Sa base est un parallélépipède de céramique sur lequel est coulée une couche de pâte résistive dont la résistance est "trimmée" à la valeur désirée par ajustage au laser. L'ensemble est ensuite enrobé dans une couche de protection. Les condensateurs version CMS existent actuellement pour toutes les valeurs comprises entre 0,47 pF et 1 μ F. La valeur joue bien évidemment sur les dimensions: quoiqu'il en soit, les condensateurs CMS restent minuscules!!! A noter cependant que tous les condensateurs ont la même tension de service, à savoir 50 V selon les normes EIA, (63 V selon les normes IEC). Une vue en coupe d'un tel condensateur est donnée en **figure 2b**. Les électrodes sont implantées par photogravure sur le diélectrique en film dont plusieurs couches sont empliées et comprimées. L'ensemble ainsi réalisé est ensuite recouvert d'une couche de protection, découpé en blocs parallélépipédiques et doté de plots de connexion.

Les condensateurs électrochimiques, **figure 2c**, peuvent prendre toutes les valeurs dans une gamme s'étalant de 0,1 à 22 μ F, à différentes tensions de service, comprises entre 6,3 et 63 V. Ils sont fabriqués à base de film d'aluminium anodisé séparé par un film de papier imprégné d'électrolyte. Le boîtier cylindrique en aluminium est doté d'une enveloppe plastique et comporte côté anode, (par analogie aux diodes), des contours chantournés (distinction entre les pôles positif et négatif). Ils existent en deux tailles. En ce qui concerne les condensateurs au tantale en version CMS, on en trouve de toutes capacités (comprises entre 0,1 et 100 μ F) à diverses tensions de service (de 4 à 50 V) sous 8 tailles différentes. Comme l'illustre le croquis de la **figure 2d**, ils comportent une anode rectangulaire en tantale fritté (aggloméré) recouvert d'une couche d'oxyde faisant office de diélectrique et enveloppé d'électrolyte solide.

Les composants actifs

La quasi-totalité des transistors et diodes actuellement fabriqués peut être proposée en version CMS sans que cela ne pose le moindre problème. Nous ne ferons pas la liste des différents composants de ce type disponibles sur le marché, d'une part parce qu'elle est trop importante et d'autre part parce qu'elle s'allonge d'une semaine à l'autre. Classés par catégories, il existe des transistors universels, de commutation, HF, à faible bruit, des FET, des transistors Haute Tension, etc... etc... La **figure 3** montre

quelques-unes des différentes formes prises par les boîtiers actuellement. Le programme de fabrication des diodes est lui aussi très étoffé: diodes zener, schottky, de commutation et varicap, pour n'en donner que quelques-unes. Leur boîtier, baptisé SOD-80, est illustré en **figure 3d**.

L'historique des circuits intégrés en version CMS est très proche de celle des autres composants actifs. Il en existe de toutes les sortes: numériques et analogiques, TTL et CMOS, inverseurs, bascules, tampons, décodeurs, multiplexeurs, registres à décalage... comparateurs et régulateurs de tension, convertisseurs N/A, décodeurs stéréo, amplificateurs BF... nous arrêtons là cette énumération sans espoir de fin.

Les boîtiers existent en deux versions de base dont la longueur est fonction du nombre de broches. La **figure 4** montre un circuit intégré CMS à 14 broches monté en boîtier SO-14.

Comme c'est le cas en ce qui concerne la qualité des transistors et diodes en version CMS, celle des circuits intégrés CMS n'a rien à envier à celle des composants standard, puisque l'on utilise les mêmes puces voire des versions plus récentes. A noter cependant que la réduction de la taille du boîtier entraîne une diminution de la dissipation admissible.

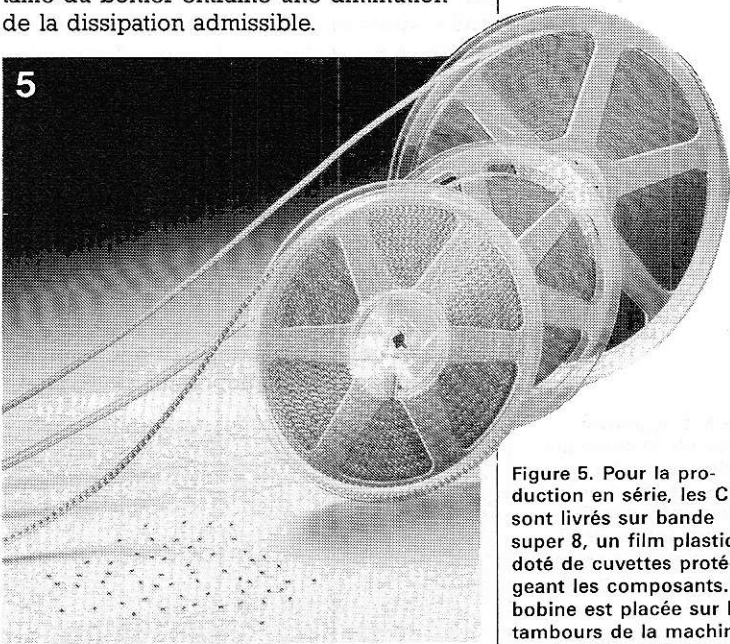


Figure 5. Pour la production en série, les CMS sont livrés sur bande super 8, un film plastique doté de cuvettes protégeant les composants. La bobine est placée sur les tambours de la machine à implantation automatique. Pour un montage manuel, les CMS sont aussi livrés, tout comme les bébés, en éprouvettes.

Le montage

Pour la production en série, les composants pour montage en surface sont, pour les plus encombrants, livrés en "bandes super 8" (dont elles ont la largeur et la forme), elles-mêmes fournies sur "bobines", (**figure 5**). L'enveloppe protège les composants et permet un fonctionnement optimal des machines d'implantation automatique, car comme nous le soulignons en début d'article, le montage des CMS est automatique à 100 %, —ce qui est la logique même puisque leur naissance est due à ce besoin d'automatisation—. Sans entrer dans le détail du fonctionnement d'une telle machine, nous allons en voir le principe.

La solution la plus fréquente utilise des perles (petites gouttes) de colle époxy thermodurcissable chargée de maintenir momentanément les CMS à leur place. Cette colle peut être appliquée au composant lui-même, ou sur le substrat (le "circuit imprimé"). Après traitement thermique de l'ensemble, destiné à provoquer la prise de la colle par durcissement, les composants sont soudés en place par soudage en double vague, la première faisant en sorte que toutes les surfaces à étamer soient recouvertes d'une quantité suffisante d'étain, la seconde vague balayant l'excédent de soudure. Ce processus est plus rapide que celui basé sur la technique de soudure par reflux en phase vapeur, une température plus élevée pendant un intervalle plus court.

L'amateur ne dispose bien évidemment pas d'un automate d'implantation et/ou d'un appareil de soudure à la vague dans son grenier et ce n'est pas demain la veille qu'il en sera différemment. Il lui faudra continuer à travailler avec son fer à souder, (de plus en plus mini), et des pincettes. Des essais nous ont appris que la technique la plus appropriée reste celle des gouttelettes de colle. On commencera par mettre les composants à leur place après les avoir dotés d'un mini-point de colle; après avoir laissé le temps à cette dernière de sécher, on pourra effectuer la soudure. On pourrait éventuellement envisager l'utilisation de colle conductrice, proposée par certains revendeurs de composants électroniques, mais son prix est, pour l'instant du moins, trop élevé pour une utilisation courante.

Quelles que soient les solutions adoptées à l'avenir, on peut affirmer sans grand risque de se tromper que l'implantation manuelle de CMS exigera une main plus sûre que celle qui garantissait une implantation correcte des composants classiques.

Que nous réserve l'avenir?

Il est point sur lequel s'accordent toutes les personnes au courant des progrès techniques dans le domaine de la fabrication des composants et des circuits électroniques les utilisant, celui de prédire aux CMS un brillant avenir à court et moyen terme. Le montage en surface n'est pas une simple amélioration sans lendemain, il s'agit d'une véritable révolution, c'est la technique d'assemblage de demain et d'après-demain. Cette technique est en pleine évolution et sera sans aucun doute perfectionnée dans les années à venir.

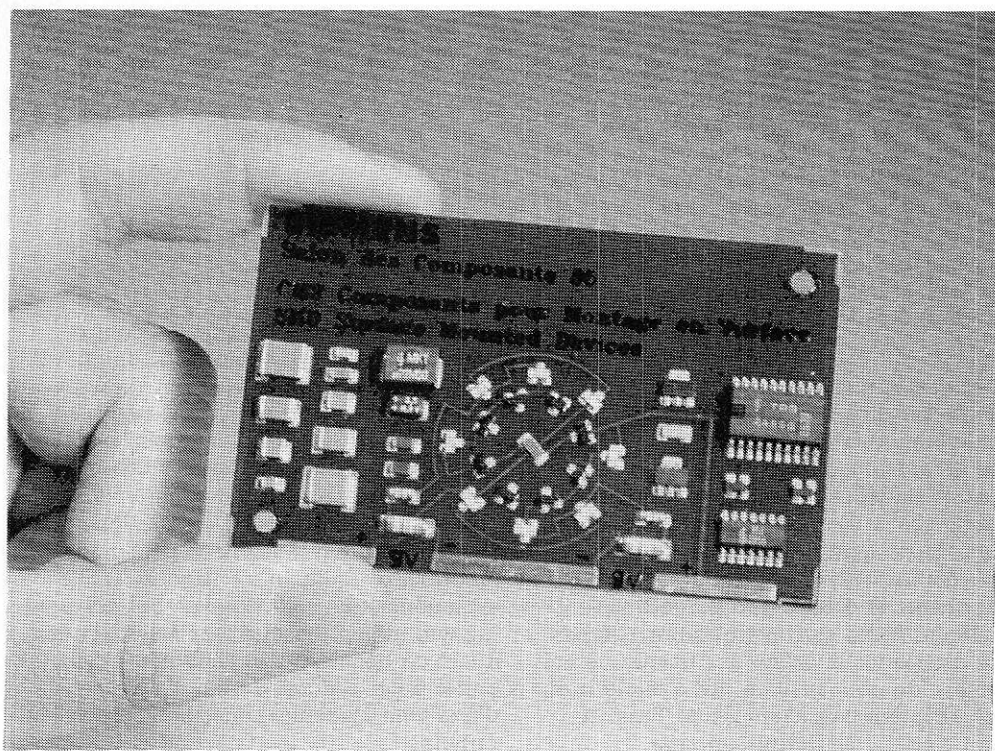
Pour l'instant, les machines d'implantation de CMS sont réservées aux grosses productions en série, mais il ne saurait passer beaucoup d'eau sous les ponts avant que l'on ne se décide à les utiliser pour des séries plus réduites pour lesquelles leur rentabilité s'avère douteuse pour l'instant. Il nous reste à souhaiter du fond du coeur, que ce nouveau rouleau compresseur aura soin de penser aux (et d'épargner les) "petits", (ne nous faisons pas trop d'illusions), amateurs d'électronique que nous sommes et que nous aimerions rester, et que l'on développera ultérieurement les outils leur permettant de faire manuellement du "montage en surface".

Sources: "Catalogue condensé" — Thomson

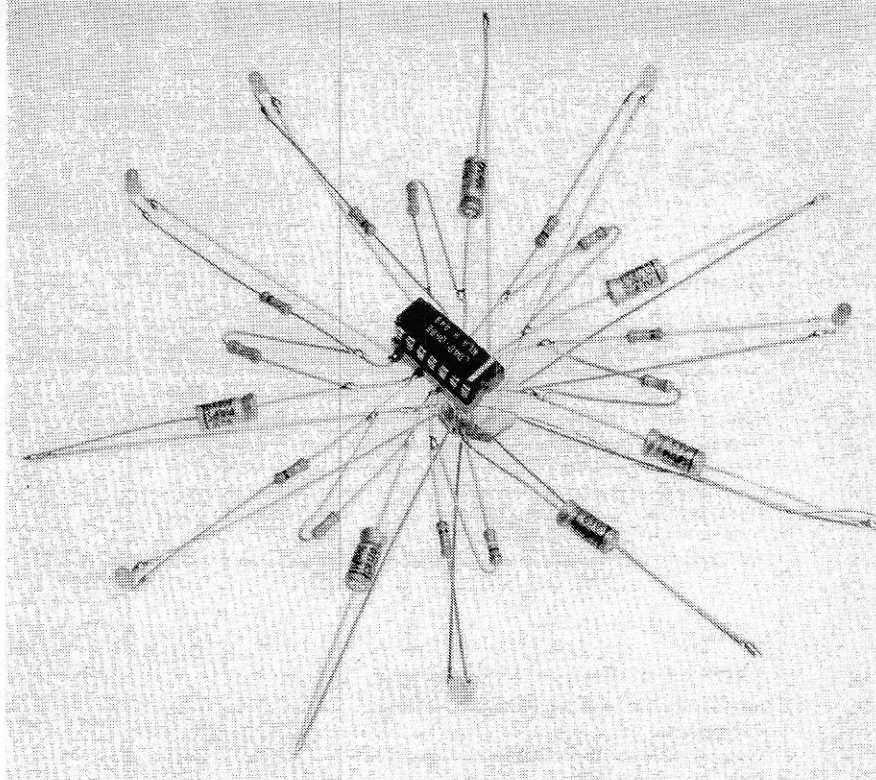
"Transistors and diodes for surface mounting" — publication ITT

"SMD-Technology" — publication Siemens
Photographies: figure 1 :Siemens; figures 2...5 et illustration en début d'article: Philips.

Figure 6. L'apparence d'un circuit électronique doté de composants montés en surface est notablement différente de celle d'un circuit classique. Le circuit représenté ici est celui d'un simple clignotant.



étoile de Noël



Voici à nouveau arrivé le temps où l'on se creuse les méninges pour trouver un cadeau adéquat. Si vous vous trouvez dans telle situation, délicate s'il en est, il se pourrait que cette étoile résolve votre problème. Un circuit enfantin, dont l'apparence, quelques LED clignotantes disposées en étoile, impressionne plus que la complexité technique.

Voici donc une idée de cadeau, de décoration, ou les deux à la fois, qui vient à point pour les fêtes de fin d'année.

L'examen du schéma nous montre six oscillateurs à relaxation commandant chacun le clignotement d'une LED, à une fréquence déterminée par la valeur des résistances R1...R6. L'oscillateur doté de la résistance de valeur la plus faible fournit bien évidemment le clignotement le plus rapide de la LED qu'il attaque. Les oscillateurs n'ayant pas le moindre rapport entre eux, les fréquences de clignotement, (tant périodes que rapports cycliques), sont parfaitement indépendantes l'une de l'autre. L'image formée par les 6 LED est en perpétuelle évolution.

La réalisation du montage

La photo d'illustration montre quelle est la

technique de construction adoptée: un montage en étoile à 12 branches des résistances, des LED et des condensateurs, centré autour du circuit intégré. Une branche sur deux comporte à son extrémité une LED. Pour éviter des problèmes de fonctionnement, les composants ne sont pas soudés à même les broches du circuit intégré, mais à celles d'un support à 14 broches. En effet il est difficile de réaliser une étoile de forme convenable du premier coup, et il faudra un certain nombre d'ajustages avant que l'on ait réalisé un objet pouvant porter ombrage à la comète de Halley. Lorsque cette opération aura été menée à bien, on pourra implanter le circuit intégré dans le support. Inutile de s'encombrer d'un interrupteur marche/arrêt. La consommation moyenne ne dépasse pas 20 mA.

pour les plus
longues soirées
de l'année

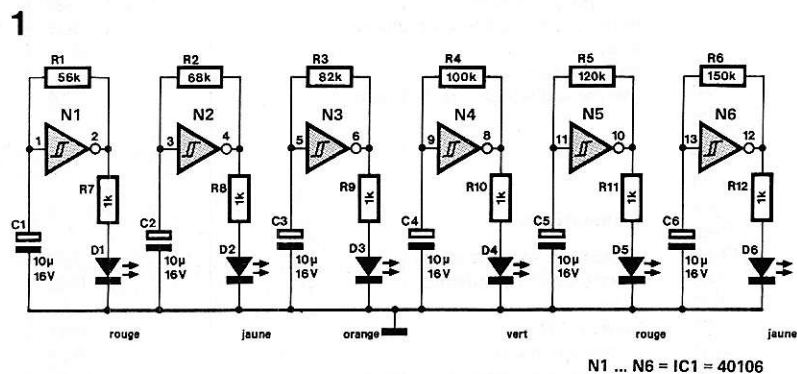
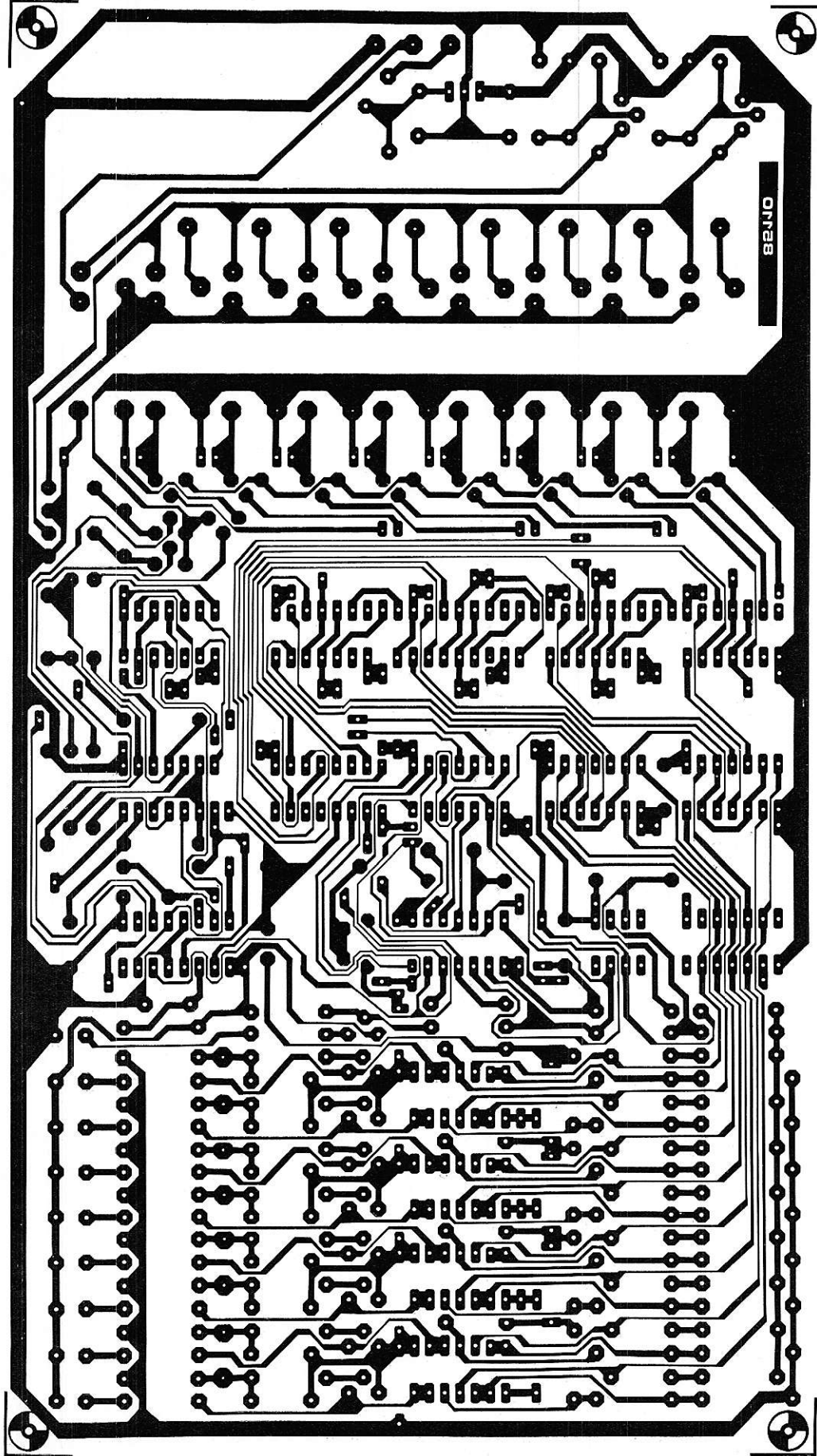
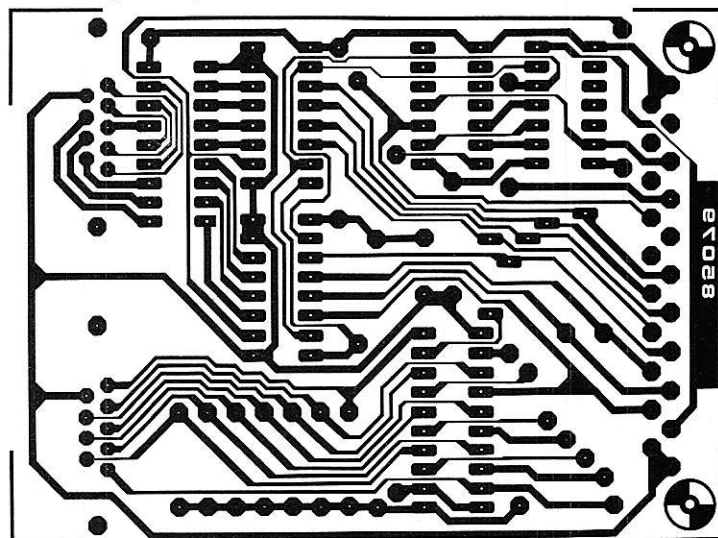


Figure 1. La mise en oeuvre de 6 oscillateurs dimensionnés différemment garantit un clignotement en perpétuelle évolution.

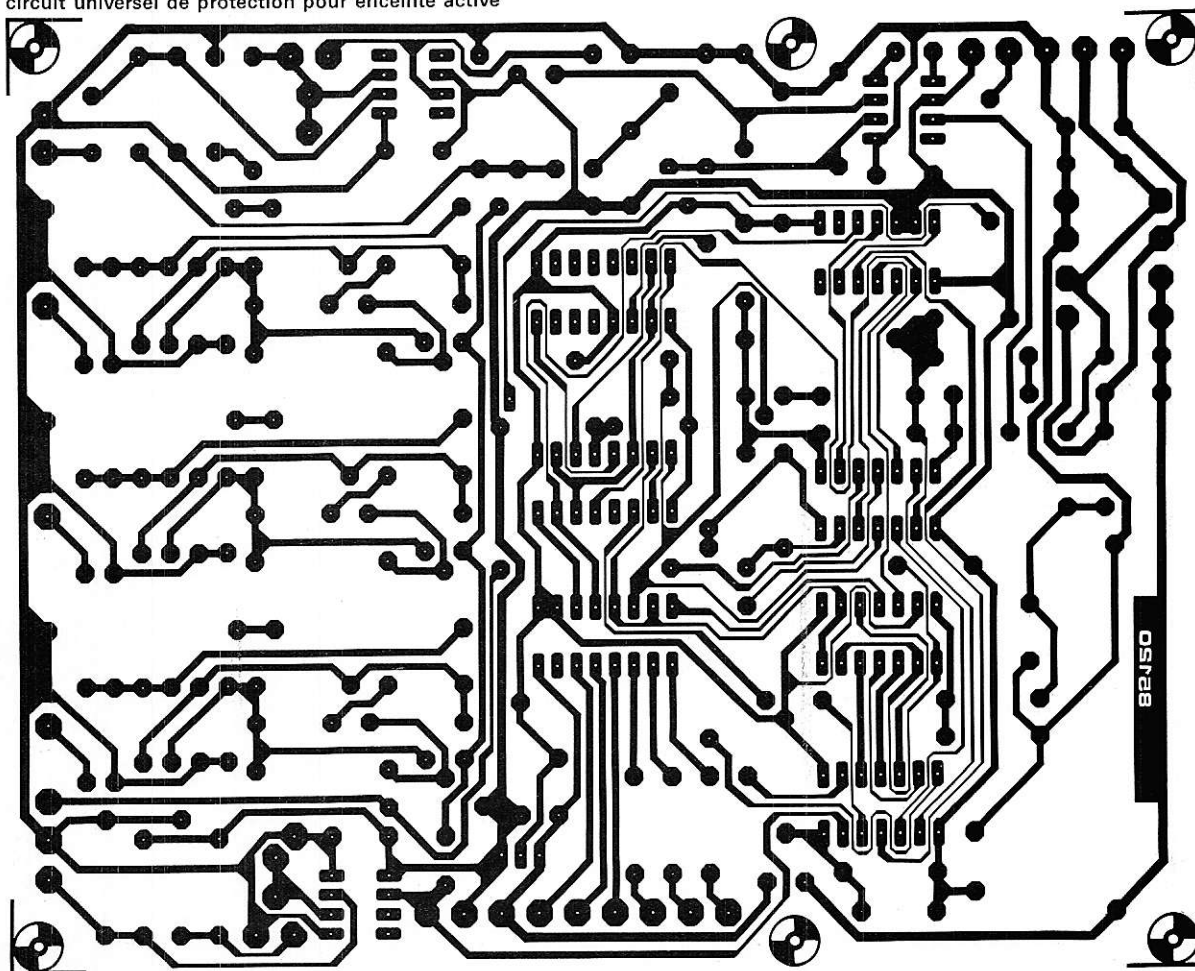
centrale téléphonique domestique



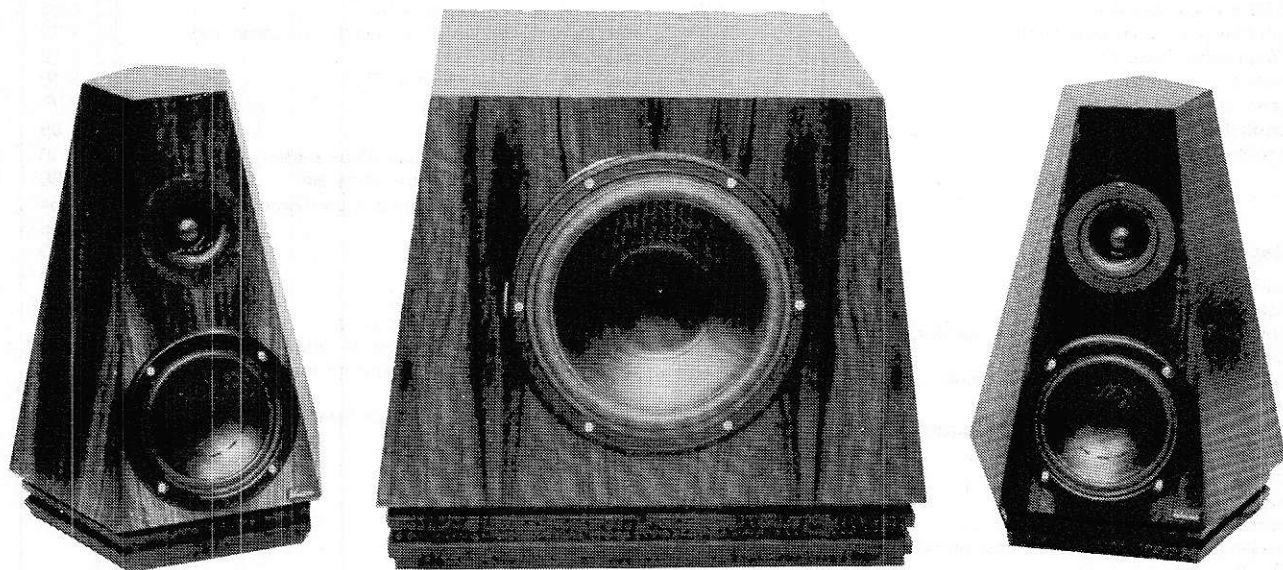
interface cybernétique



circuit universel de protection pour enceinte active



Les HP sont dans la chaîne de reproduction du son le maillon le plus... disons délicat, pour ne froisser personne. On l'a assez répété. Vient s'ajouter à cela la difficulté de la reproduction des graves, avec ses problèmes spécifiques. Les discussions vont bon train sur le sujet, les enchères aussi. Et voilà les vilains mots lâchés: le prix, l'argent, le coût, etc. Bref, qu'il s'agisse de graves ou d'aigus, il faut rester réaliste, les deux pieds bien sur terre, et réconcilier l'irréconciliable: ni *trop gros*, ni *trop cher*, mais de *bonne qualité*. Comme par hasard, ce sont précisément les qualités de notre caisson de graves actif et autonome, a priori compatible avec n'importe quelle enceinte existante.



du coffre pour les basses

caisson de graves actif

l'électronique simplifie la menuiserie

Un caisson de graves, actif, conçu de telle sorte qu'avec un volume de caisse somme toute raisonnable (80L environ) il "descende" sans s'essouffler jusqu'à 30 Hz, servi sur un plateau comme il l'est ici, vous n'en retrouverez pas de si tôt. Equipé d'un filtre actif taillé sur mesure, il possède également un limiteur de puissance variable en fréquence, qui est un excellent dispositif de protection contre les surcharges. En fait, ce que nous entreprenons ici, est la publication d'un système d'enceintes satellites avec un caisson de graves commun, spécialement mis au point par Elektor pour ses lecteurs audiophiles, certes, mais ni audiopathes ni sourdingues. Cependant, même ceux-là sont autorisés à lire la suite de cet article.

Le mythe de la cathédrale de salon

La production des fréquences les plus graves du domaine audio se heurte, dans le cadre d'une installation domestique, aux limites des dimensions du lieu

d'écoute d'une part, et de celles des HP et de leur caisse d'autre part. Si l'on considère que la longueur d'onde de la fréquence la plus grave que l'on puisse produire dans une pièce est égale à deux fois la longueur de cette pièce, on obtient par exemple dans une pièce de 6 m de long, une fréquence limite de

$$f = \frac{340}{2 \times L} = 28 \text{ Hz}$$

Bien avant d'en arriver là, c'est-à-dire à des fréquences encore bien moins graves, on constate déjà que dans la pièce en question, toutes sortes d'objets sont de la partie (fenêtres, portes, couverts, lustres et bibelots divers) et se mettent à vibrer allègrement. Ceci pour suggérer, au passage, que toutes les pièces ne font pas forcément un auditorium idéal, notamment lorsque l'on met un point d'honneur à y faire sonner les graves.

Le second aspect de notre problème concerne les dimensions des enceintes. Et là, pas moins qu'ailleurs, il n'y a guère d'illusions à se faire: pour une reproduction

Note: Dans cet article, la lettre "L" est utilisée comme symbole pour le volume, exprimé en litres.

consistante de fréquences de l'ordre d'une trentaine de Hz à pleine puissance, on ne s'en tire pas avec des caisses de 20 ou 40 L. Ne vous en laissez pas compter, les lois du commerce peuvent ignorer les lois de la physique mais elles ne pourront jamais les contourner.

Un pour deux

Nous sommes et restons persuadés que les meilleurs résultats en matière de reproduction des graves sont obtenus à l'aide de bons HP montés dans de grandes enceintes closes de 200 L. Mais nous pensons aussi qu'il y a des possibilités de compromis moins encombrants, notamment celle du caisson de graves unique, flanqué de deux enceintes satellites, pour le médium et l'aigu. Est-ce à dire que nous renonçons au confort de la stéréophonie? Pas du tout, puisque nous savons que la sélectivité de l'oreille humaine est de toutes façons médiocre en-dessous de 200 Hz. On considère donc qu'avec une source unique pour les signaux graves, ici jusqu'à 100 Hz, on ne compromet rien de la spatialisation du signal reproduit. Aucune information perceptible n'est perdue. Après cette première étape dans notre démarche de réduction de l'encombrement, nous allons en aborder une deuxième, tout aussi spectaculaire, qui réduira les dimensions théoriquement encore élevées de notre caisson de graves unique. On s'en doute, ici l'électronique s'en mêle. Sur le **tableau 1**, nous avons rassemblé quelques types d'enceintes possibles pour un tel caisson, sans chercher à être exhaustifs. Comme on le voit, c'est l'enceinte close qui se présente sous le meilleur jour, avec pour inconvénient essentiel celui de ne pas pouvoir reproduire les fréquences de l'extrême-grave. Pour cela, les systèmes bass-reflex ou à ligne de transmission accordée sont meilleurs. A leur tour, ceux-là présentent d'autres inconvénients que l'enceinte close active n'a pas.

Active, certes, mais active "comment"? Et active "combien"? Il s'agit de concilier deux choses: quelles sont les dimensions maximales acceptables d'une part, et d'autre part où accepte-t-on de placer le point de coupure -3 dB? On peut aussi

poser ces questions autrement: jusqu'où désirez-vous descendre en fréquence pour un volume donné, ou encore jusqu'où voulez-vous ramener les dimensions du caisson pour un point de coupure donné? En deux mots, à quel point l'enceinte sera-t-elle active?

Il faut considérer que plus elle est active, plus une enceinte close s'éloigne de l'idéal, ou du moins des caractéristiques "naturellement bonnes" de l'enceinte close (tableau 1).

Activement passif

Nous avons donc commencé par mettre au point un système qui de lui-même, c'est-à-dire sans électronique active, se comporte déjà bien, de sorte qu'il suffise d'une dose modérée de correction électronique pour repousser les limites du domaine de fréquences vers le bas, et obtenir les résultats escomptés. La tentation est forte pour les électroniciens invétérés que nous sommes, de pratiquer plutôt des doses de cheval que des doses homéopathiques, ou du moins raisonnables. Mais la sagesse nous impose de décevoir ici ceux qui s'attendent à trouver dans la suite de cet article une électronique du tonnerre de Zeus. A raison, puisque la courbe de la **figure 1a** montre qu'avec ses 80 L seulement, et sans correction électronique, le caisson se comporte bien jusqu'à 50 Hz, tandis que la courbe de la **figure 1b** montre que le même caisson, avec son électronique de correction "descend" jusqu'à 30 Hz. Après ces préliminaires, il est temps d'aborder le détail. La **figure 2** donne une vue synoptique du système, décomposé en trois parties: la caisse avec le HP, l'amplificateur de puissance et le circuit correcteur. Nous n'entrerons pas dans le détail de l'amplificateur de puissance. A priori, tout étage de qualité capable de fournir 50 W dans 8 ohms convient. Pour la caisse, pas de menuiserie compliquée. Le HP vient du fabricant danois Dynaudio, mais il est disponible sous nos latitudes plus méridionales: il s'agit du modèle 30W54 (**figure 3**), qui avec ses 30 cm et son châssis moulé présente des caractéristiques tout-à-fait indiquées pour l'usage que nous voulons en faire.

caisson de graves actif
elektor décembre 1985

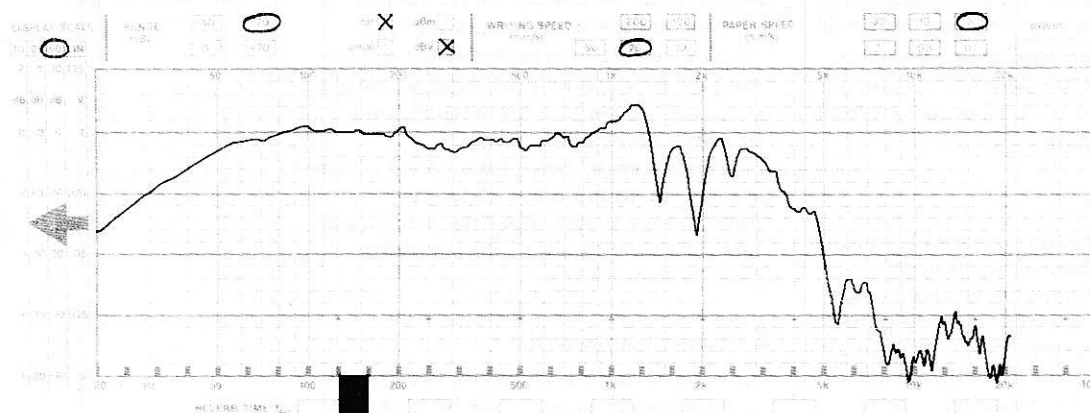
Tableau 1

	dimensions	rendement	réponse en régime impulsionnel	courbe de réponse	point de coupure -3 dB inférieur
pavillon	très grandes	très élevé	correcte	irrégulière	relativement haut
bassreflex	grandes	élevé	correcte	irrégulière	bas
ligne de transmission accordée	grandes	élevé	mauvaise	irrégulière	bas
enceinte close	grandes	normal	bonne	pentue dans le grave	haut
enceinte close active	petites	correct ⁺	bonne ⁺	plate ⁺	bas ⁺

⁺ ces caractéristiques peuvent varier fortement d'un système à un autre

Tableau 1. Caractéristiques comparées des types d'enceintes les plus fréquents.

1a



Subwoofer
Dynaudio 30W54
2 varivoents

206
13-06-85
PJB

1b



Subwoofer
+ filter

207
13-06-85
PJB

Figure 1a. Courbe de réponse du HP30W54 de Dynaudio dans une enceinte close de 80 L, sans filtre.

Figure 1b. Courbe de réponse du HP30W54 de Dynaudio dans une enceinte close de 80 L (même matériel que pour la figure 1a) avec le filtre et le correcteur électroniques.

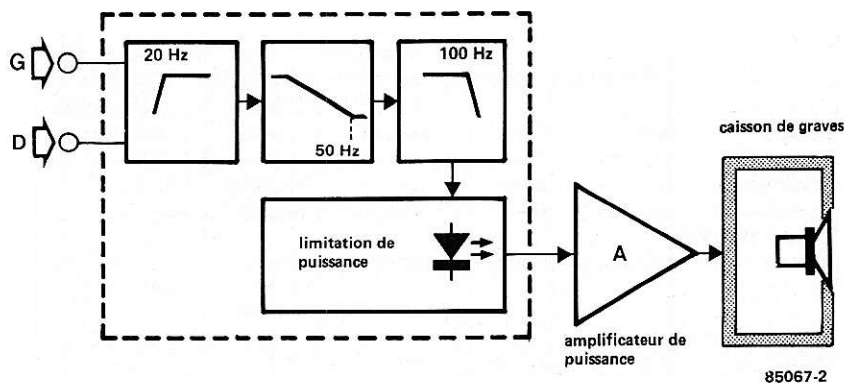
L'électronique se décompose elle-même en deux parties: le filtre et le limiteur de puissance. A son tour, le filtre est composé de trois ensembles: l'anti-rumble, qui coupe les fréquences inférieures à 20 Hz, le correcteur pour les fréquences les plus graves du spectre (à partir de 50 Hz) et le séparateur qui à partir de 100 Hz atténue à raison de 24 dB/octave. Cette triple fonction est aisément reconnaissable sur la courbe de la figure 1b.

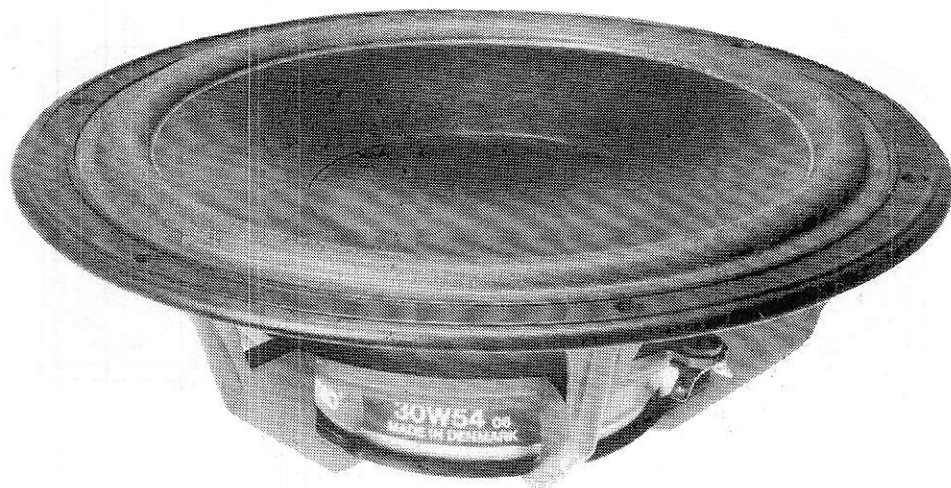
Reste le limiteur de puissance. On peut s'interroger sur l'utilité de ce dispositif. Il n'est pas vraiment indispensable, à vrai dire, sauf pour ceux qui ont la main lour-

de sur le bouton de volume et dont les oreilles sont familières de niveaux sonores élevés. La raison de sa présence a trait à l'effondrement de la courbe de réponse de l'ensemble caisse + HP sans l'électronique en-dessous de 50 Hz; dans cette plage, la puissance admissible par le HP chute sensiblement. On ne peut rien y changer, malheureusement; mais on peut limiter la puissance de telle manière qu'elle ne dépasse pas la valeur maximale admissible par le HP, et qu'il n'arrive rien de fâcheux. C'est ce que nous avons cru bon de faire. Lorsque le limiteur entre en fonction, une LED s'allume.

Figure 2. Schématisation du système à caisson de graves actif. L'étage de puissance pourra être n'importe quel amplificateur de qualité de 50...100 W.

2





Caisson unique et satellites

Maintenant que nous savons à quoi ressemble notre caisson de graves, il est peut-être utile d'indiquer comment se présentera l'ensemble caisson de graves + satellites. En principe, le caisson de graves pourra être utilisé avec n'importe quelle paire d'enceintes dont on trouve le rendement insuffisant dans les graves. En d'autres termes, n'importe quelles enceintes peuvent faire office de satellites. Plus judicieux est cependant l'usage d'enceintes conçues comme satellites: celles-ci n'ont pas de HP pour le grave et ne reproduisent donc les fréquences qu'au-dessus de 100 Hz. La **figure 4** montre comment connecter un caisson de graves et deux enceintes satellites. La manière de la **figure 4a** est simple et bon marché. On protège les satellites à l'aide d'un filtre passe-haut de 6 dB (condensateur C). L'accord indispensable à effectuer entre le caisson et les satellites est possible grâce à un potentiomètre prévu sur le circuit du filtre. Si l'on dispose d'un préamplificateur et d'un amplificateur de puissance distincts, on peut monter le système conformément au schéma de la **figure 4b**. Cette solution est préférable à la première, mais aussi plus onéreuse. On se demandera peut-être, à la lecture de ce qui précède, pourquoi le filtrage à partir de 100 Hz se fait à raison de 6 dB/oct. seulement pour les satellites, alors qu'il est de 24 dB/oct. pour le caisson de graves. C'est parce que pour les satellites il y a un filtrage "naturel" qui est de 12 dB par octave pour des enceintes closes; avec les 6 dB du condensateur C, cela nous amène à une atténuation totale de 18 dB qui est suffisante ici. Nous reviendrons sur le calcul du condensateur C.

L'électronique

On trouve, sur la **figure 5**, le schéma du filtre et du limiteur de puissance. Le moins que l'on puisse dire est qu'il n'est pas de petite taille... Commençons par les filtres dont nous avons déjà évoqué les trois fonctions. Dans l'extrême grave, le fil-

trage passe-haut est raide. C'est pourquoi, après le sommateur amplificateur construit autour de A1, on trouve un circuit imposant autour de A2. Il s'agit là d'un filtre elliptique ou de Cauer, dont l'atténuation est nulle à 25 Hz, de 3 dB à 20 Hz et de plus de 40 dB à 10 Hz! La mise en parallèle de certains condensateurs et de certaines résistances nous permet de contourner le délicat problème de la disponibilité des composants à faible tolérance. Merci Elektor!

Après ce filtre anti-rumble, nous trouvons le filtre correcteur construit autour de A3, avec C46 et R56 qui déterminent la plage de fréquences dans laquelle le gain est de 3...6 dB. Puis vient le filtre passe-bas, un filtre Bessel du quatrième ordre qui garantit une bonne réponse en phase et en régime impulsionnel.

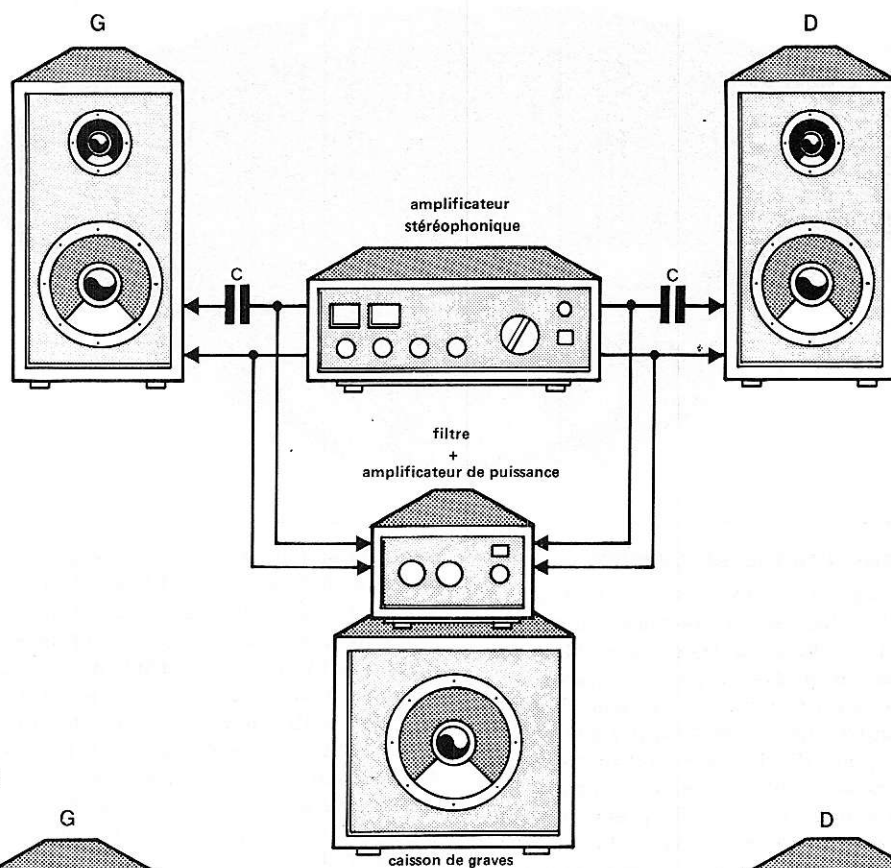
Le reste du circuit est consacré à la limitation de puissance. Le signal filtré est appliqué au circuit de mesure construit autour de A9 et A10. Celui-ci consiste en un filtre (R21, R22, R23, R57, C20 et C21) qui simule la puissance admissible par le haut-parleur à n'importe quelle fréquence. Le signal à l'entrée du redresseur actif construit autour de A9 est donc élevé pour les fréquences les plus graves (c'est le domaine dans lequel la limitation doit jouer son rôle) et faible pour les fréquences plus élevées. Le signal redressé est comparé par A10 à une tension de référence. Lorsque la tension redressée dépasse ce seuil, la sortie du comparateur bascule et la LED s'allume. En même temps le FET T2 se bloque et la boucle d'atténuation entre en action.

L'atténuateur est un VCA intégré dont les qualités sont compatibles avec la vocation de notre circuit: faible bruit, très faible distortion et caractéristiques de régulation excellentes en sont les qualités principales. Les amplificateurs A6 et A7 tamponnent la sortie et l'entrée d'IC4.

Le signal de sortie du VCA passe encore par un filtre basse-bas (R40, R41, R42, R54, R58, R59, C24, C26 et C44) dont la fonction est d'adapter la courbe de régulation à celle de la puissance admissible du HP. Ce pourquoi on trouve un deuxième

Figure 3. Il est beau, il est bon, le 30W54, mais il n'est pas donné (environ 1000,— FF).

4a



4b

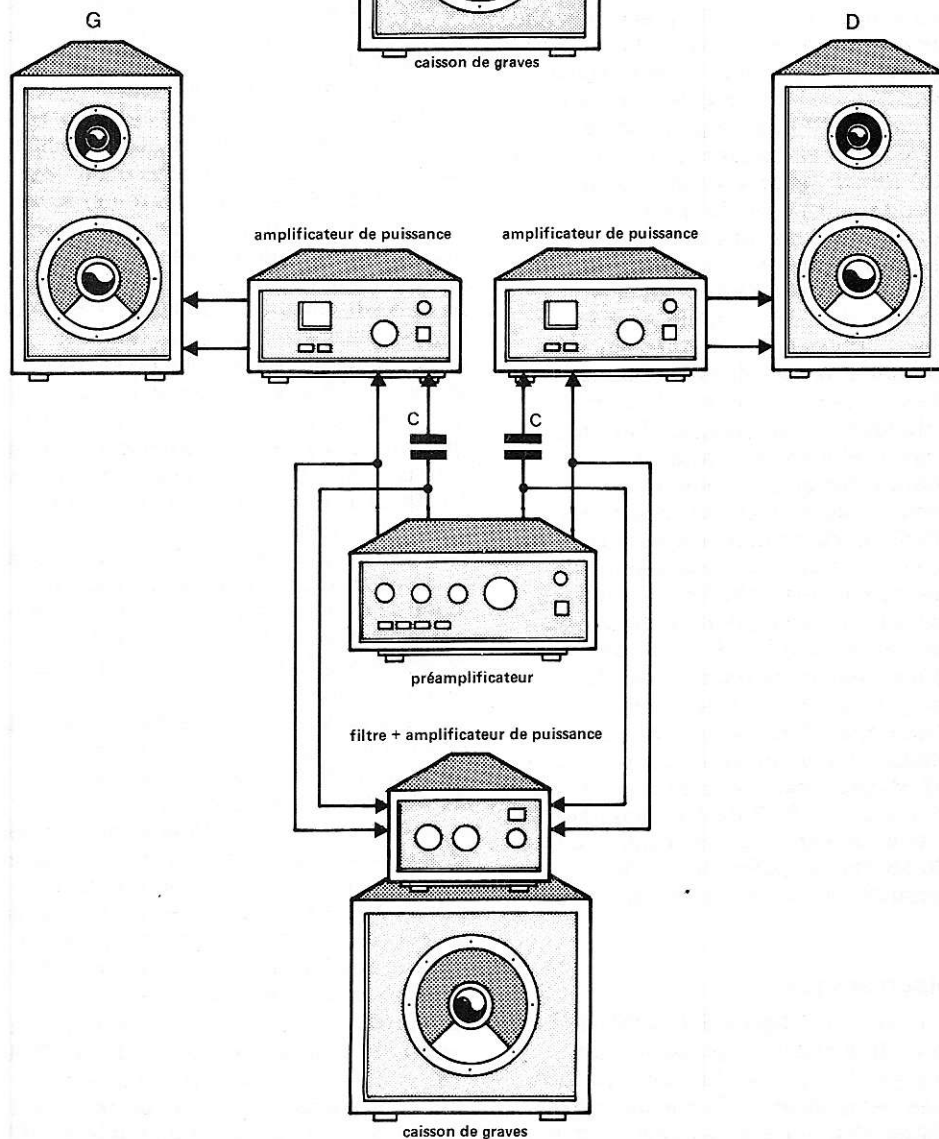


Figure 4. Selon que l'on dispose ou pas d'un amplificateur de puissance et d'un préamplificateur séparés, on adoptera soit la configuration de la figure 4a, soit celle de la figure 4b.

redresseur actif sous la forme de A11, qui ne reçoit donc de signal que lorsque T2 est bloqué. Le signal de sortie du redresseur est acheminé par l'intégrateur A12 vers l'entrée de commande du VCA. Tant que le signal d'entrée reste inférieur au seuil de A10, le FET est conducteur; la boucle de régulation n'est donc pas en service et le VCA laisse passer tous les signaux qu'il reçoit.

L'alimentation est très simple, mais non moins efficace. Les diodes D12 et D13 previennent toute inversion de polarité des tensions d'alimentation après la coupure de l'alimentation.

La construction

L'électronique

Nous commencerons par construire la partie électronique (figure 6). Le seul détail qui mérite une mention particulière est le refroidissement des régulateurs de tension. En guise de radiateur, on prendra un morceau de tôle de 1 mm d'épaisseur (2,5 x 10 cm) que l'on coude à angle droit de façon à obtenir un "L" de 7 x 3 cm. On perce les deux trous pour la fixation des circuits intégrés dans la base du "L" (le morceau de 3 cm de longueur) et l'on monte l'ensemble sur le circuit imprimé à l'endroit où se trouve la ligne pointillée. Le 7815 est à monter sans isolation sur le radiateur, tandis que les 7915 le sera avec une rondelle de mica et le nécessaire pour isoler la vis de fixation. Le long côté du radiateur en "L" sera soudé sur deux picots eux-mêmes implantés le long de la ligne pointillée sur le circuit imprimé. Les résistances R1 et R2 doivent être adaptées à la valeur de la tension d'entrée. Si l'on opte pour la configuration de la figure 4b, on gardera les valeurs données dans le schéma et la liste des composants. Pour la configuration de la figure 4a, leur valeur sera de 560 K chacune (environ). Si la plage de réglage de P1 ne vous convient pas, vous pouvez tranquillement modifier ces valeurs. Reste à trouver l'amplificateur de puissance. Nous avons déjà indiqué qu'un étage de 50 W de qualité faisait l'affaire. Une puissance supérieure ne compromet rien, mais elle n'est pas indispensable non plus. Un Crescendo (décembre 82), voire un mini-crescendo (mai 84) en version monophonique, voilà qui fait tout-à-fait l'affaire! Inutile de préciser que la liaison entre le filtre et l'étage de puissance doit être faite en câble blindé. Entre l'amplificateur de puissance et le haut-parleur, faites comme d'habitude: du câble scindex (220 V) de bonne section, ou du câble spécial pour HP si vous en avez les moyens. Tant que la longueur de la liaison ne dépasse pas 7 m, une section de 2,5 mm² est amplement suffisante.

La caisse

Jusqu'à présent, ce projet se présente comme simple à réaliser. Et bien rassurez-vous, cela continue, car la menuiserie

pour la caisse n'est pas plus compliquée que le reste. Tout ce que l'on vous demande, c'est de bricoler une boîte solide et étanche. Ni cloisons, ni tunnels, ni raidisseurs d'aucune sorte, rien qu'une bonne grosse caisse.

Respectez les mesures et les cotes que nous vous indiquons et tout ira pour le mieux. Le seul détail remarquable de cette caisse est la présence de deux "événements" (variovents) à l'arrière. Ce sont des résistances acoustiques dont la fonction est de raboter les crêtes de résonance du HP auquel ils permettent ainsi de mieux "respirer". Ces choses-là fonctionnent comme le trocart du vétérinaire...

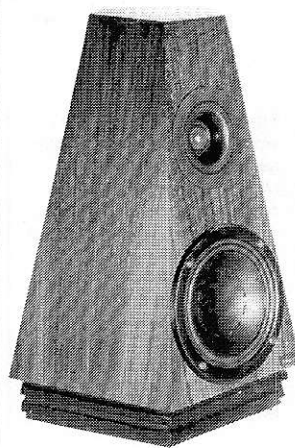
Nous sommes persuadés que la construction de cette caisse ne posera de problèmes à aucun de nos lecteurs; avec les indications de la figure 7, c'est du tout cuit. Pour les parois, nous recommandons le contreplaqué de hêtre de 22 mm (il faut ça pour un caisson de graves). L'aggloméré à haute densité est également utilisable. Les angles sont tous renforcés par des tasseaux d'angle de 45 x 45 mm.

On commencera de préférence par le collage de ces tasseaux, puis en assemble les quatre côtés. Au cours de la troisième étape on monte le fond et la façade dans lesquels on aura au préalable découpé les ouvertures pour le HP et les événements. Si l'on décide de ne pas coller définitivement le fond ou la façade, il convient de prévoir un système d'étanchéité démontable de bonne qualité et un vissage robuste de la face concernée sur le reste de la boîte. Mais nous n'en sommes pas encore là, car avant de fermer la caisse, il faut recouvrir les parois internes de matériau absorbant, détail important pour un caisson de graves. La pression interne y est élevée. Pour contrecarrer la résonance des parois latérales et du fond, le mieux est de les recouvrir de bitume en plaque, de moquette ou tout autre matériau à haute inertie acoustique, facile à manipuler et à coller sur les parois. A cela vient s'ajouter une couche de trois centimètres de laine de verre ou de laine minérale.

La réalisation d'un panneau de protection frontal recouvert de tissu à haute perméabilité acoustique ne gâchera rien. L'épaisseur des baguettes de bois utilisées pour cela sera de 9 mm.

Ce qu'il faut respecter scrupuleusement, c'est le volume de 80 litres net ou 87 litres brut que nous indiquons; si vous éprouvez le besoin impérieux de changer la forme de la caisse, voire ses dimensions, pour quoi pas, à condition de garder le même volume final de 80 L. Nous sommes d'avis que pour un caisson de graves, la forme de la caisse n'intervient que pour une très faible part dans le rayonnement de l'enceinte. A cet égard, c'est le rapport entre le diamètre du cône et les fréquences à reproduire qui importe. C'est ce qui nous permet de laisser une liberté de manoeuvre d'environ 30% maximum à partir des mesures indiquées sur la figure 6; mais, encore une fois, le volume net doit rester le même.

caisson de graves actif
elektor décembre 1985



Puisque la planète Mars a Phobos et Déimos comme "satellites", le caisson de graves d'Elektor aura lui aussi ses enceintes satellites... dans le numéro de Mars 1986, bien sûr!

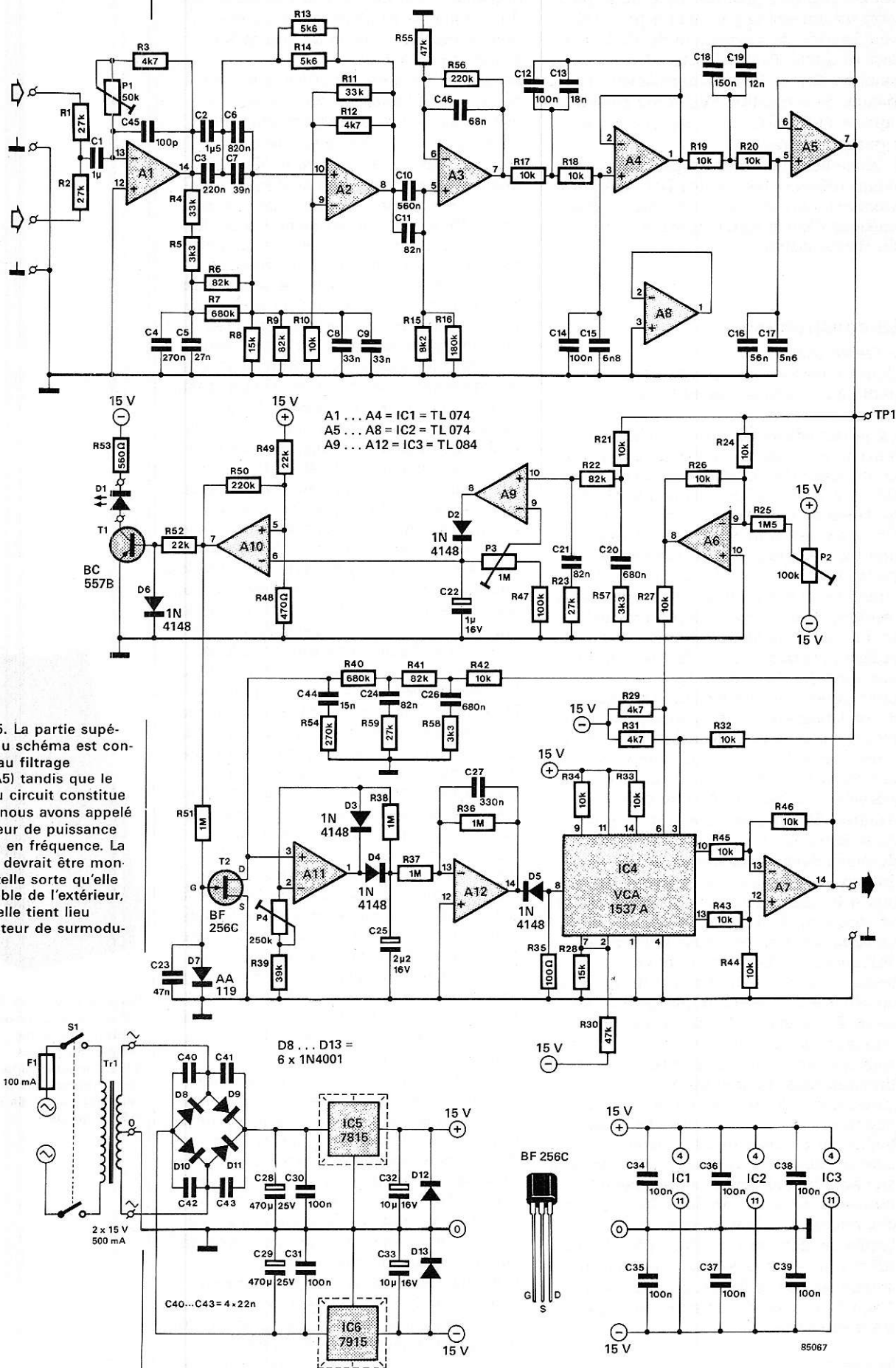
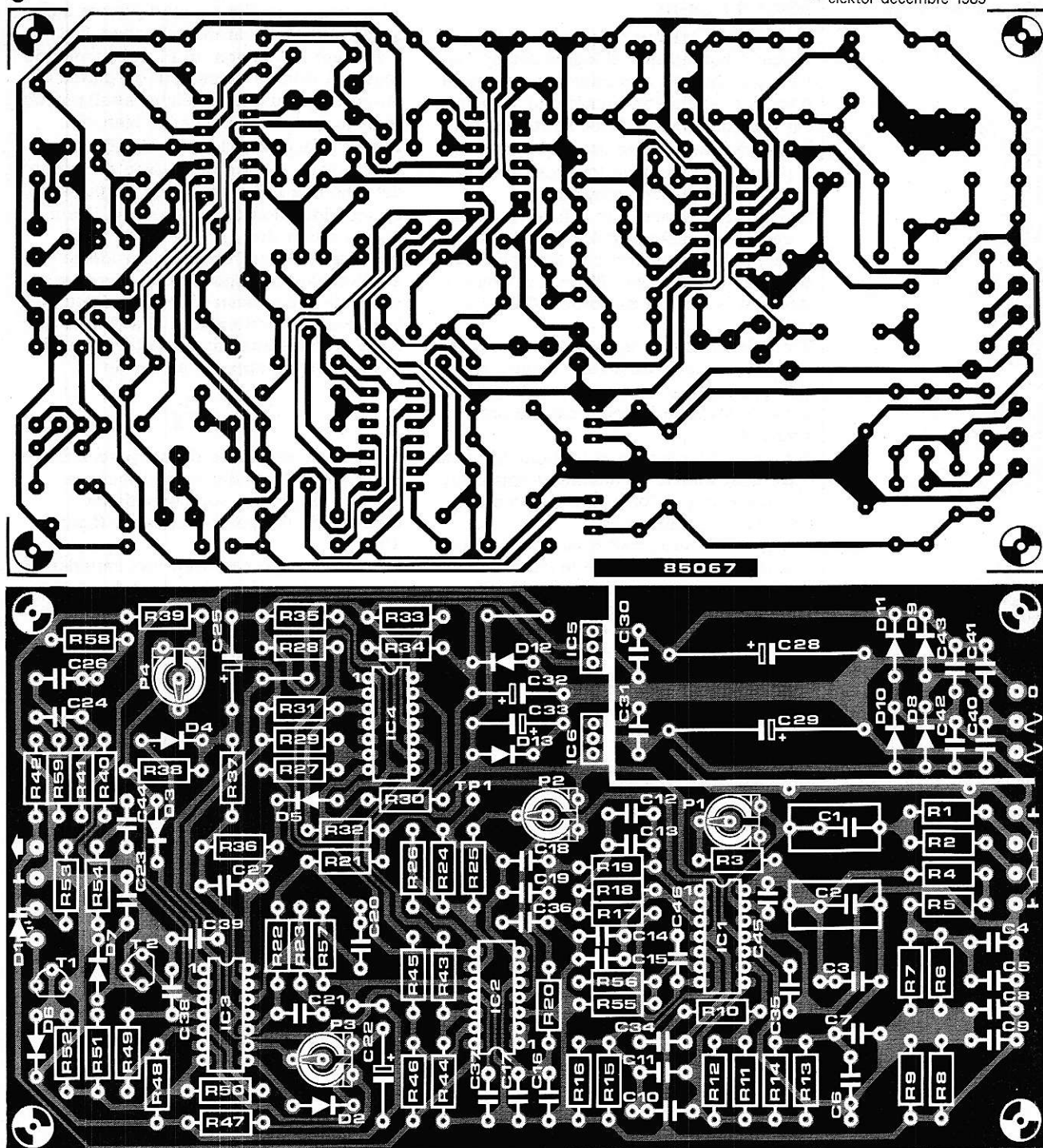


Figure 5. La partie supérieure du schéma est consacrée au filtrage (A1...A5) tandis que le reste du circuit constitue ce que nous avons appelé le limiteur de puissance variable en fréquence. La LED D1 devrait être montée de telle sorte qu'elle soit visible de l'extérieur, puisqu'elle tient lieu d'indicateur de surmodulation.



Liste des composants

Résistances:

R1, R2, R23, R59 = 27 k
 R3, R12, R29, R31 = 4k7
 R4, R11 = 33 k
 R5, R57, R58 = 3k3
 R6, R9, R22, R41 = 82 k
 R7, R40 = 680 k
 R8, R28 = 15 k
 R10, R17... R21, R24,
 R26, R27, R32... R34,
 R42... R46 = 10 k
 R13, R14 = 5k6
 R15 = 8k2
 R16 = 180 k
 R25 = 1M5
 R30, R55 = 47 k
 R35 = 100 Ω
 R36... R38, R51 = 1 M
 R39 = 39 k

R47 = 100 k

R48 = 470 Ω

R49, R52 = 22 k

R50, R56 = 220 k

R53 = 560 Ω

R54 = 270 k

P1 = 50 k aj.

P2 = 100 k aj.

P3 = 1 M aj.

P4 = 250 k aj.

Condensateurs:

C1 = 1 μ MKT

C2 = 1 μ MKT

C3 = 220 n

C4 = 270 n

C5 = 27 n

C6 = 820 n

C7 = 39 n

C8, C9 = 33 n

C10 = 560 n

C11, C21, C24 = 82 n

C12, C14, C30, C31,

C34... C39 = 100 n

C13 = 18 n

C15 = 6n8

C16 = 56 n

C17 = 5n6

C18 = 150 n

C19 = 12 n

C20, C26 = 680 n

C22 = 1 μ/16 V

C23 = 47 n

C25 = 2 μ/16 V

C27 = 330 n

C28, C29 = 470 μ/25 V

C32, C33 = 10 μ/16 V

C40... C43 = 22 n

C44 = 15 n

C45 = 100 p

C46 = 68 n

Semiconducteurs:

D1 = LED rouge

D2... D6 = 1N4148

D7 = AA119

D8... D13 = 1N4001

T1 = BC557B

T2 = BF256C

IC1, IC2 = TL 074

IC3 = TL 084

IC4 = 1537A (APHEX)

IC5 = 7815

IC6 = 7915

Figure 6. Une fois encore, l'étude de circuit imprimé ci-dessus témoigne du soin que nous mettons à satisfaire nos lecteurs.

Divers:

Haut-parleur 30W54

Dynaudio + 2 variovents

du même fabricant

F1 = 100 mA retardé

Tr1 = 2 × 15 V, 500 mA

S1 = interrupteur secteur

bipolaire

matériau absorbant

contreplaqué, tasseaux,

colle à bois, vis, mastic,

bornier, ...

Mise au point

Pour que le limiteur de puissance fonctionne à bon escient, il faut le régler. Ce n'est pas difficile, à condition de disposer d'un bon multimètre numérique, et bien sûr d'un générateur de 50 Hz (figure 8).

La procédure à suivre est la suivante:

1. placer le curseur de tous les potentiomètres en position moyenne
2. relier les entrées G et D à la masse et choisir un calibre de 100 ou 200 mV continu sur le multimètre que l'on relie à la sortie du circuit. Avec P2 on doit pouvoir ramener la tension de sortie à 0 V exactement.
3. ouvrir à nouveau les entrées G et D et appliquer le 50 Hz à l'une d'entre elles; relier la sortie à l'amplificateur de puissance; à ce stade le HP n'est pas encore branché!
4. tourner P3 à fond vers la droite (du côté de C21), choisir un calibre alternatif sur le voltmètre que l'on connecte en sortie de l'étage de puissance.
5. augmenter progressivement la tension d'entrée jusqu'à ce que la tension de sortie atteigne la valeur maximale tolérée par le HP à 50 Hz, à savoir 12 V_{eff}. Mettre le curseur de P3 dans une position telle que pour cette valeur de la tension d'entrée la LED D1 commence à signaler la surcharge.
6. à partir de ce seuil, le VCA entre en fonction pour limiter le signal de sortie. Il convient encore de régler P4 de telle sorte qu'au fur et à mesure de l'augmentation de la tension d'entrée à partir de ce seuil, la tension de sortie reste limitée à

cette valeur de 12 V_{eff} environ.

C'est tout ce qu'il y a à faire pour la mise au point du limiteur de puissance. Il reste à évoquer la fonction de P1 qui permet de régler le volume du caisson de graves par rapport à celui des enceintes satellites. Un réglage qui se fait à l'oreille, bien sûr.

Il n'est peut-être pas inutile de répéter que lorsque le filtre du caisson de graves est relié à la sortie de l'étage de puissance (configuration de la figure 4a), il faut que la valeur des résistances R1 et R2 passe à 560 k environ; la valeur idéale est à déterminer en fonction de la tension de sortie de l'amplificateur. Pour le calcul de la valeur du condensateur C à monter en série avec les enceintes satellites (voir figure 4), on fait appel à la formule

$$C = \frac{1}{f \cdot \pi \cdot Z \cdot f_c}$$

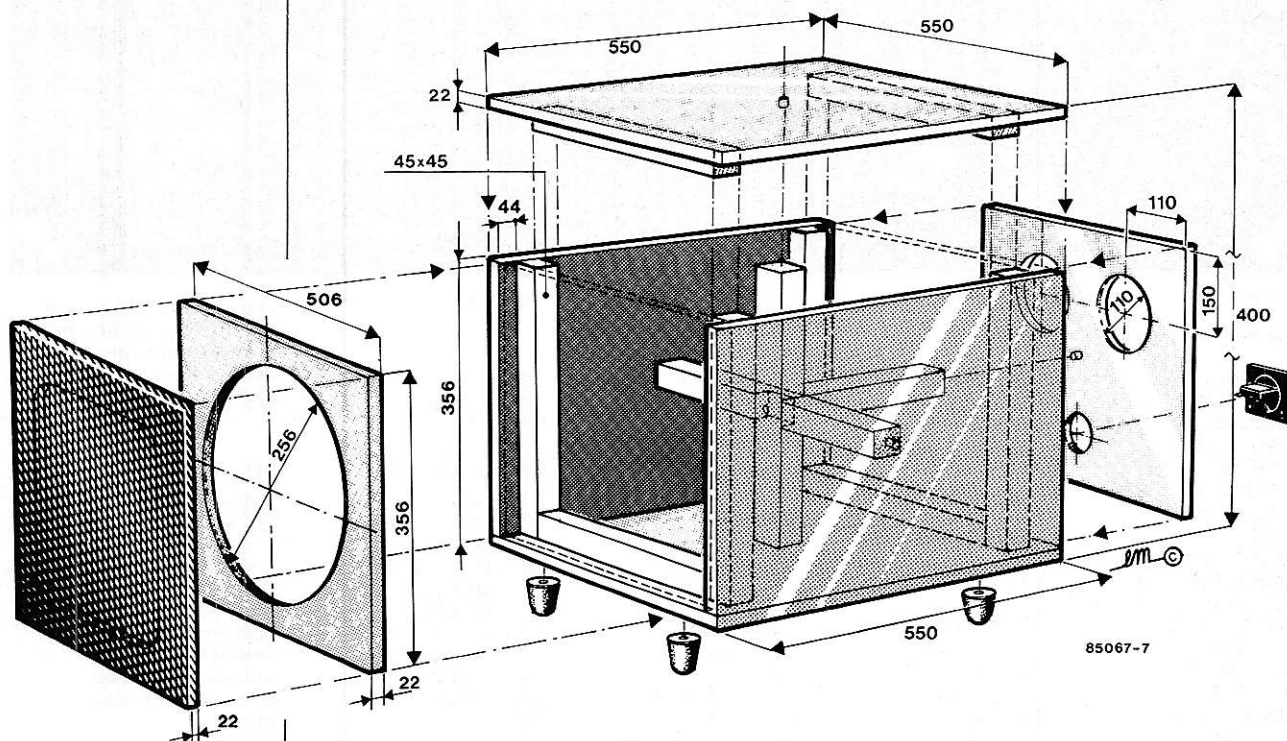
où f_c est la fréquence de coupure, soit 100 Hz et Z soit l'impédance de l'enceinte satellite (figure 4a), soit l'impédance d'entrée de l'étage de puissance (figure 4b).

Dans le premier cas, avec une impédance nominale de 8 ohms, la valeur du condensateur sera donc de 200 µF, ou, avec une impédance de 4 ohms, 400 µF. Si l'on ne trouve pas de condensateurs bipolaires de valeur aussi élevée, il faudra prendre des condensateurs électrolytiques ordinaires mis en série; pour en améliorer les caractéristiques, on doublera ce condensateur bipolaire fait-maison d'un bon condensateur à film de 1 µF par exemple, monté en parallèle.

Lorsque le condensateur de filtrage 6 dB

Figure 7. Un boîtier simple, mais robuste, c'est-à-dire inerte acoustiquement parlant; ne perdez jamais de vue le fait que c'est la membrane du haut-parleur qui doit vibrer et non pas les parois du caisson. Le croisillon central non mentionné dans le texte est facultatif. Nous l'avons rajouté sur un de nos prototypes pour augmenter la rigidité des parois.

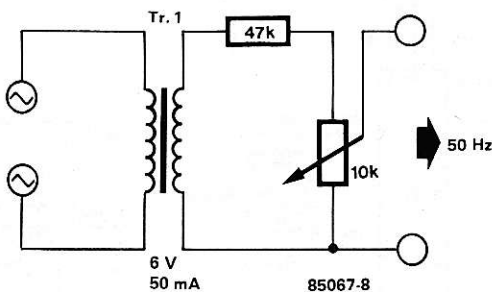
7



est à monter entre le préampli et l'étage de sortie comme sur la figure 4b, sa valeur est heureusement beaucoup plus faible. Avec un mini-crescendo qui présente une impédance de 30 k, la valeur du condensateur C n'est plus que de 56 nF; avec un Crescendo normal (impédance d'entrée de 25 k) cette valeur passe à 68 nF.

Voilà. Il reste à donner quelques conseils de mise en place: ne posez pas le caisson de graves à même le sol; un découplage acoustique sous forme de pieds en caoutchouc est recommandé. Ne le placez pas non plus ni dans un coin, ni directement contre un mur. Logiquement, le caisson devrait être placé à égale distance des deux satellites, légèrement en avant. Sur le plan théorique, considérant le retard introduit par le filtre, le décalage entre le caisson et le plan dans lequel sont pla-

8



caisson de graves actif
elektor décembre 1985

Figure 8. Si vous ne disposez pas d'un générateur BF (c'est grave!), vous pourrez vous débarrasser à l'aide de ce générateur 50 Hz de fortune.

cées le deux enceintes satellites devrait être de 1m10.

Et n'oubliez pas de faire des essais comparatifs avec et sans la correction physiologique (c'est le bouton "loudness")... ■

1537A, un VCA professionnel

Le circuit intégré 1537A du fabricant APHEX n'est pas récent; il n'est pas bon marché non plus... et pourtant nous lui consacrons ici quelques lignes qu'il mérite bien, en raison de ses qualités remarquables. Et ceci à l'occasion de la publication du caisson de graves, dans le circuit électronique duquel il est fait usage de ce composant.

A l'origine, ce VCA est conçu pour des applications professionnelles, pas forcément dans le domaine audio, d'ailleurs. Mais il est si bon qu'il se prête parfaitement à l'application que nous en avons faite, à savoir une limitation de puissance variable en fréquence.

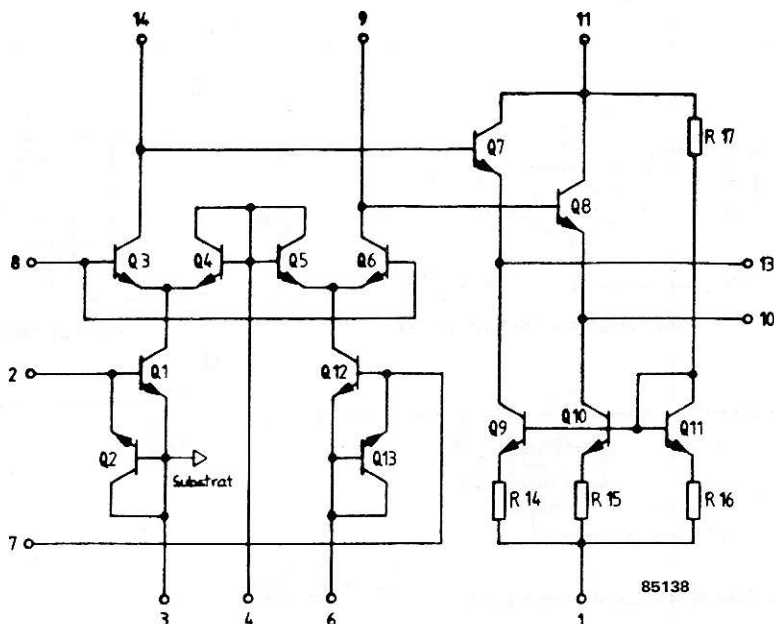
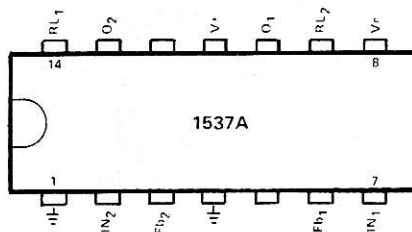
On sait qu'un *Voltage Controlled Amplifier* est un amplificateur commandé en tension, c'est-à-dire que son gain varie en fonction d'une tension de commande continue. En pratique, un VCA atténue d'ailleurs plus souvent qu'il n'amplifie; peu importe,

le principe reste le même, il suffit de lire *Voltage Controlled Attenuator*! Le défaut principal des VCA est la déformation subie par le signal qui les traverse; par déformation, on entend des avanies comme la distortion harmonique, l'intermodulation, le bruit et autres calamités. Mais ce n'est pas le cas du 1537A qui présente une large plage dynamique assortie d'une bonne stabilité, avec une faible distortion et très peu de bruit. Par ailleurs, ce circuit a un temps de montée (ou de réaction) court et sa

bande passante est large. En d'autres termes, c'est un circuit excellent pour la régulation de tensions alternatives au moyen d'une tension de commande continue. Voyez les caractéristiques techniques pour vous en convaincre.

La figure 1 donne la structure interne du 1537A; on voit qu'il contient en fait deux dispositifs de régulation presque identiques. Les transistors Q1 et Q12 sont montés en source de courant commandée par le signal d'entrée. Chacune de ces sources

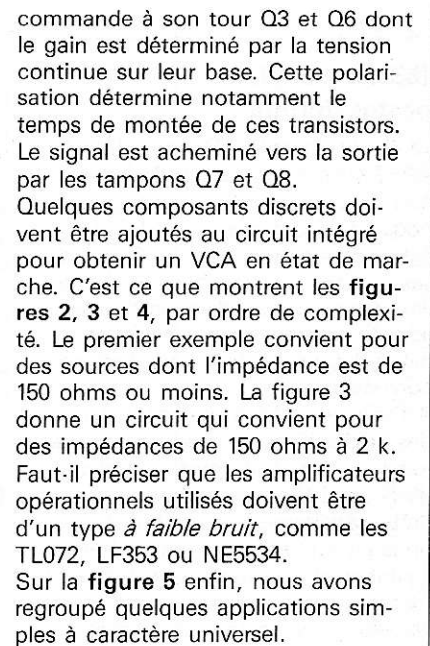
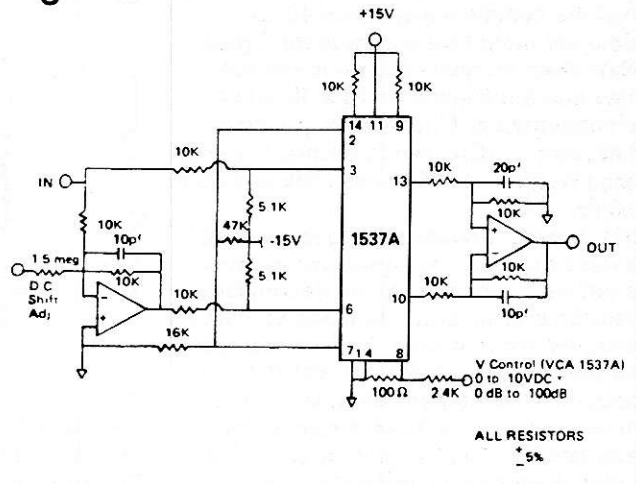
1



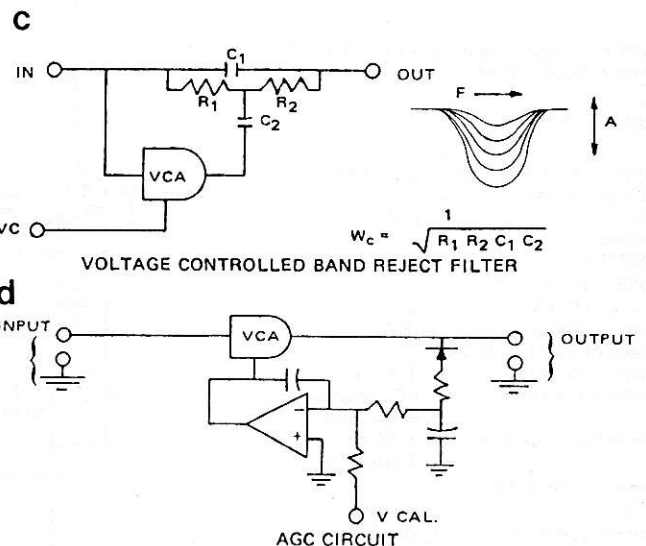
Caractéristiques techniques (dans le schéma d'application)

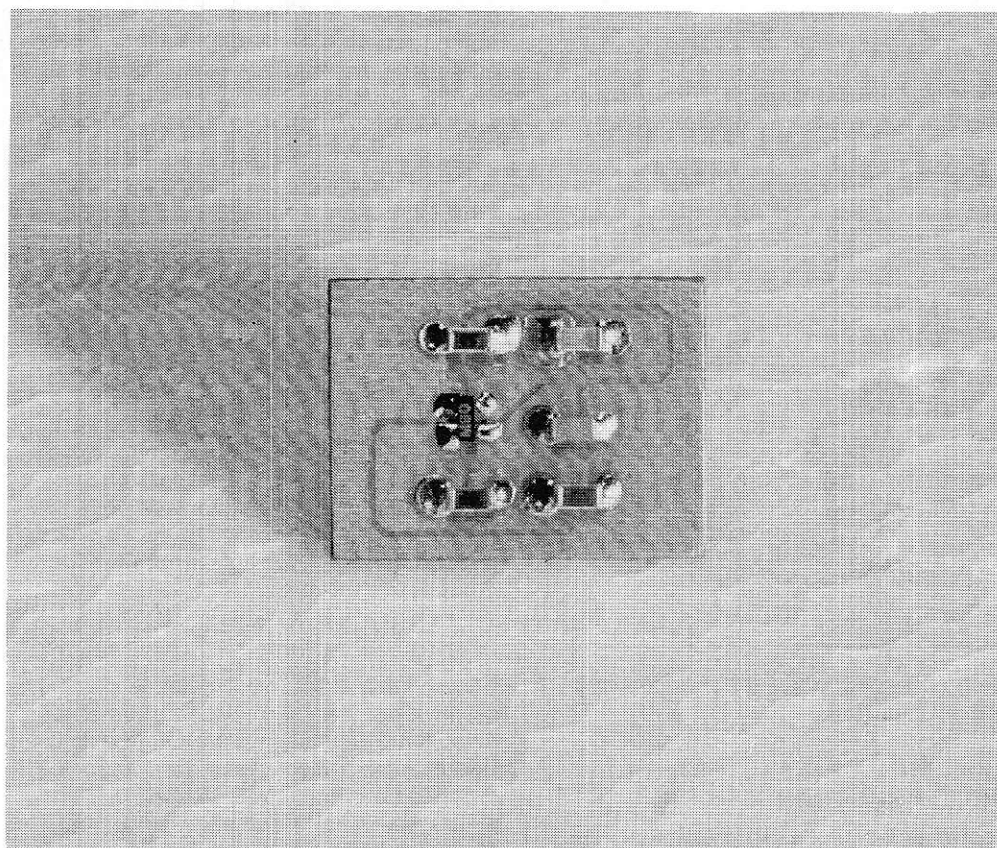
($U_b = \pm 15 \text{ V}$, $T_a = 25^\circ \text{C}$,
0 dBm = 0,775 V)

Domaine de fréquences:	0...50 MHz
Distortion harmonique totale:	0,04%
Intermodulation (SMPTE):	0,03%
Rapport signal/bruit (peak, CCIR 468):	90 dB
Bruit de modulation:	6,5 dB
Temps de montée (caractéristique de transfert):	10 V/ μs
Impédance d'entrée:	0 Ω (commande en courant)
Atténuation maximale:	$\geq 96 \text{ dB}$ (20 Hz...50 kHz)
Tension de décalage (offset):	$\leq 5 \text{ mV}$
Courant consommé:	33 mA à 25°C



*Data sheet and application note
1537A, Aphex Systems Ltd.*





antenne active à CMS

Pour la première fois dans l'histoire de l'électronique amateur, Elektor, vous propose un montage n'utilisant que des composants montés en surface (CMS). Nous avons conçu un schéma et un dessin de platine, et pensons qu'il ne devrait pas être trop difficile de mettre la main sur les composants nécessaires à sa réalisation. Une occasion unique de se faire la main sur ces nouveaux composants, (qui outre la CAO, et le graphisme à haute résolution, ont constitué l'un des centres d'intérêts majeurs du dernier Salon des Composants). Une occasion que vous ne devez pas rater.

L'antenne active en mini-format est principalement destinée aux récepteurs G.O., P.O. et O.C.; son utilisation en FM n'est cependant pas dénuée d'intérêt.

Vous vous trouvez là en présence d'un amplificateur d'antenne très particulier, non pas tant par sa conception que par la technologie ultra-moderne mise en oeuvre. Si vous avez lu l'article consacré aux CMS, dans ce même numéro, vous savez que l'assemblage par montage en surface gagne très rapidement du terrain. Lors de la naissance du circuit imprimé, la taille de ce dernier fut adaptée à celle des composants qu'il devait recevoir. Il ne saurait bien évidemment en être différemment aujourd'hui. Pour réduire au minimum les dimensions du circuit imprimé, les composants ont perdu leurs connexions filaires, les transistors et circuits intégrés ont vu leurs broches réduites à la portion congrue, si ce n'est disparaître complètement. Fini le perçage des cir-

cuits imprimés à la mèche de 1 mm! Un point de colle aux extrémités à fixer et les composants sont collés aux surfaces recouvertes de soudure qui leurs sont destinées. Cette technique comporte des avantages incontestables pour l'implantation automatisée de composants. On supprime plusieurs opérations fastidieuses: mise en forme des composants, coupure des extrémités excédentaires, etc. Les dimensions des composants sont devenues notablement plus faibles, celle d'un condensateur chip sont par exemple inférieures à 3 x 1,5 mm (!) pour certains types.

Inutile d'insister sur le fait que cette révolution technologique n'était pas prédestinée, en premier lieu, à une fabrication individualisée, mais à une production en

au format de
timbre-poste

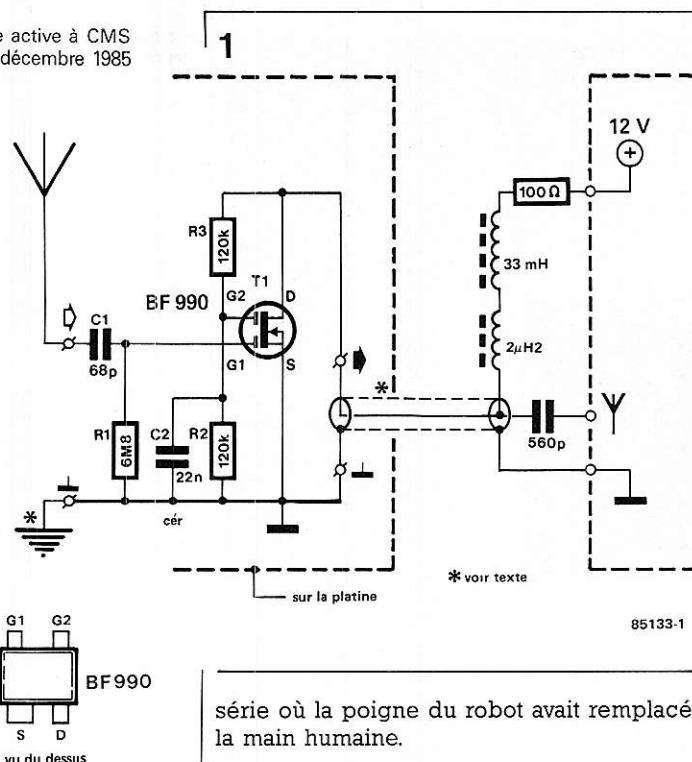


Figure 1. Le circuit de l'antenne active ne comporte guère plus qu'un mini-MOSFET associé à quelques composants en version CMS.

Liste des composants

Résistances:

R1 = 6M8
R2, R3 = 120 k

Condensateurs:

C1 = 68 p
C2 = 22 n

Semiconducteurs:

T1 = BF990

(tous les composants sont des CMS!)

Figure 2. Caractéristique particulière de cette platine: l'absence de trous; ces orifices sont devenus inutiles puisque les composants sont soudés à même la surface de cuivre. Etant données ses dimensions extrêmement faibles, nous avons représenté ce circuit imprimé à l'échelle 2.

série où la poigne du robot avait remplacé la main humaine.

Utiliser des CMS

Comment les choses se présentent-elles aujourd'hui pour l'amateur d'électronique? Le moins que l'on puisse dire est que les CMS ne sont pas les composants idéaux pour la réalisation d'un kit électronique. Pour certains montages, tel que récepteur ultra-miniaturisé ou autre micro-espion, ils constituent un élément important dans la réussite de la miniaturisation. En raison de l'absence de connexion filaire, l'utilisation des CMS sont tout particulièrement intéressante en HF. **Elektor** n'a pas peur de faire le premier pas dans le monde des CMS. N'ayez crainte cependant, ce n'est pas demain que nous n'utiliserons plus que des CMS!!!

Il nous a semblé intéressant de vous permettre de faire connaissance, (pratiquement et non plus théoriquement unique-ment), avec les CMS, pour vous montrer que les choses sont loin d'être aussi catastrophiques qu'elles pouvaient le paraître au premier abord.

Le résultat de tout ceci est un montage très simple, une antenne active, réalisée

sur un circuit imprimé de 6,25 cm² ne comportant que des composants montés en surface. En raison de ses dimensions extrêmement réduites, il ne devrait pas être très difficile de lui trouver une place dans n'importe quel poste à transistor, voire à l'intérieur même d'une antenne pour auto-radio.

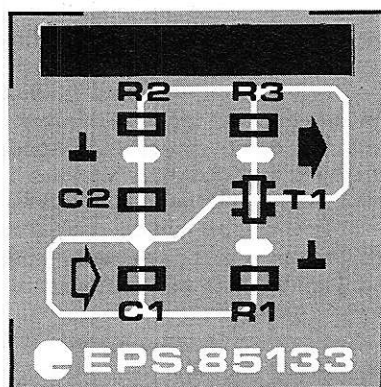
Où trouver des CMS?

Il reste bien évidemment un petit problème: comment mettre la main sur les CMS nécessaires à la réalisation de ce projet. En effet, rares sont les revendeurs de composants ayant déjà en stock les versions CMS des différents éléments, (résistances, condensateurs, transistor), utilisés dans ce montage. Si ce montage vous intéresse, allez voir votre revendeur de composants et demandez-lui s'il possède les composants en question.

L'antenne active

Une antenne active est, en fait, la combinaison d'une antenne télescopique et d'un dispositif d'adaptation d'impédance actif. Une antenne télescopique de quelques dizaines de centimètres possède une résistance de rayonnement relativement élevée, en particulier dans les gammes GO., PO. et OC. L'entrée d'un récepteur présente une impédance relativement faible, (comprise entre 50 et 100 Ω). La connexion directe d'une antenne télescopique à l'entrée du récepteur constitue une erreur d'adaptation monstrueuse. Il ne reste pratiquement rien de la tension captée par l'antenne et en raison de l'importance de la différence d'impédance existant entre la source et l'entrée, l'adaptation de bruit est quasiment inexistante. Un FET MOS à deux grilles, T1 (de la figure 1) fait office d'adaptateur d'impédance. Le signal d'antenne arrive à la grille G1 de T1 par l'intermédiaire de C1. G2 est réglé à une tension de 6 V. La tension d'alimentation de l'amplificateur est transmise par le câble coaxial. Côté récepteur, la tension d'alimentation, comprise entre 8 et 12 V, est appliquée au câble à travers une résistance de 100 Ω et deux selfs de choc de 2,2 μH et 33 mH. Le condensateur de 560 p effectue un découplage en tension continue entre l'entrée du récepteur et le câble coaxial. Le signal est découplé directement par le drain, connexion ayant la caractéristique d'être à impédance élevée. De ce fait, le gain dépend uniquement de l'impédance appliquée au drain. Ce couplage détermine une impédance fonction de l'impédance du câble et de l'impédance d'entrée de l'amplificateur. La transconductance (pente) du transistor est de quelque 20 mA/V, de sorte que l'impédance de couplage doit être de 50 Ω minimum si l'on veut obtenir un gain supérieur à un. En automobile, on utilise le plus souvent du coaxial de faible diamètre. En règle générale, l'impédance caractéristique dépasse 50 Ω car en GO., PO. et OC., il faut une capacité faible (entrée à impédance élevée).

2



En FM, l'idéal consisterait à disposer d'une antenne de longueur égale à $\frac{1}{2}\lambda$, car elle possède alors une impédance élevée. Ce qui est rarement le cas. Il faut ajouter en outre l'impédance d'entrée relativement faible du récepteur, de sorte que l'antenne active amplifiera notablement moins que pour les gammes de fréquences plus basses.

La réalisation

Vous devriez retrouver sur votre surface de travail 6 composants en version CMS d'apparence très similaire. Que faire? Commencez par mettre votre fer à souder à chauffer. Ensuite, (à l'aide d'une loupe et d'une pincette), vous aurez vite fait d'identifier le FETMOS grâce à ses quatre broches. Il reste 5 petits blocs: deux condensateurs et trois résistances: à l'aide d'un multimètre, vous en aurez (rapidement) mesuré la valeur: deux 120 k et une 6M8. Un capacimètre permettra de distinguer le 68 p du 22 n.

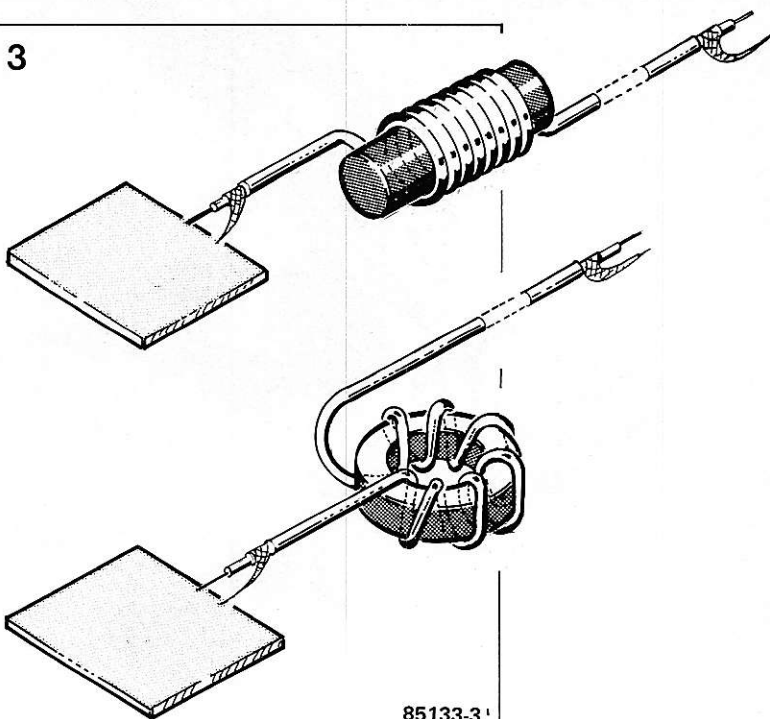
Utilisez de préférence un fer à souder de faible puissance, ne dépassant pas 18 W. Il doit bien évidemment posséder une pointe extrêmement fine. On peut éventuellement envisager la construction d'une telle pointe en enroulant un morceau de cuivre sur la pointe de son propre fer à souder si tant est que ce dernier soit inutilisable pour l'application concernée. Venons-en au moment crucial: celui de la soudure. Elle exige une main sûre. Tout en maintenant le composant positionné à l'endroit où il doit être soudé à l'aide d'un quelconque ustensile non contondant, on chauffe doucement l'emplacement et la broche et l'on applique une infime quantité de soudure, (il est bon de disposer d'une troisième main, quelle qu'elle soit!). Lorsque l'une des connexions est soudée correctement, on pourra procéder à la soudure de la (ou des) broche(s) restante(s). La **figure 2** donne la sérigraphie de l'implantation des composants. Bien que les CMS supportent sans broncher des températures élevées, (250°C pendant quelques secondes), il est recommandé de ne pas chauffer les connexions trop longtemps.

Pour la version auto-radio de cette antenne active, il est impératif de connecter l'amplificateur **directement** à la borne de l'antenne télescopique, la capacité par rapport à la masse devant être la plus faible possible! Le réseau de couplage de l'alimentation sera implanté à l'intérieur de l'auto-radio.

Il est également possible de doter un poste portatif d'une antenne active, à condition qu'il y ait un moyen quelconque de "by-pass" l'antenne de ferrite, (la mettre hors fonction). A nouveau, on veillera à placer le circuit le plus près possible de l'antenne télescopique. On procèdera de la manière décrite plus haut pour l'alimentation du montage.

Comme le transistor est couplé à haute impédance tant en entrée qu'en sortie, il peut arriver que le câble coaxial rayonne en cas de connexion imparfaite: l'antenne

3



85133-3'

télescopique peut détecter une partie de ce rayonnement (parasites) et provoquer l'entrée en oscillation du montage. La solution à ce problème consiste à emboîter quelques spires du coaxial sur un tore (ou barreau) de ferrite côté sortie de l'amplificateur (**figure 3**). On diminue ainsi très sensiblement le rayonnement parasite du câble. Il est en outre recommandé de doter le montage d'une connexion de masse particulière à proximité de l'antenne télescopique, (masse reliée au châssis du véhicule par exemple).

On n'arrêtera pas les CMS.

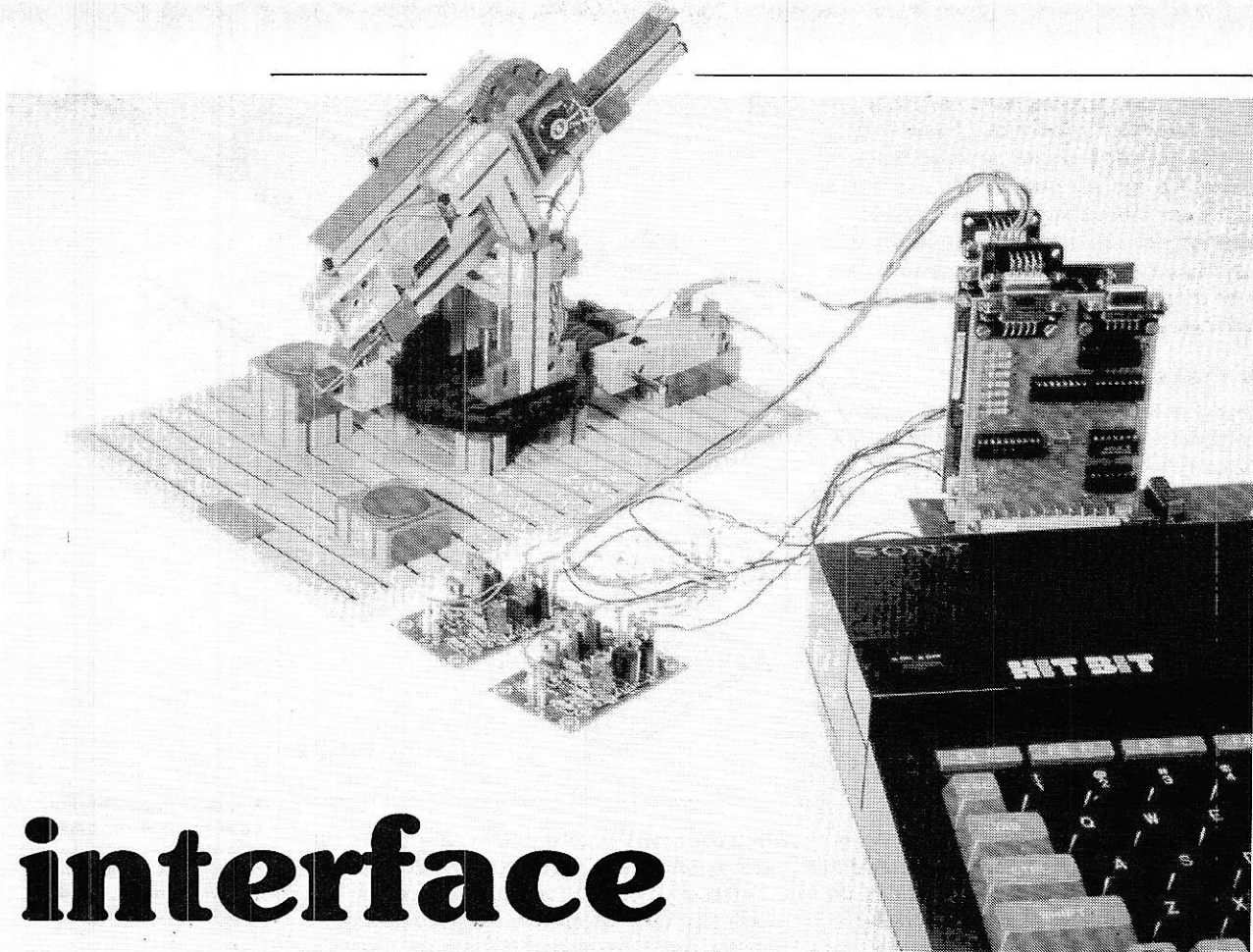
Certains parlent de défi technologique, d'autres de révolution; quoi qu'il en soit, la marche en avant des CMS a commencé et peu à peu, les composants anciens laisseront la place aux CMS. L'amateur d'électronique devra tenir compte de cette situation et sauter sur l'occasion de s'entraîner à la manipulation des CMS dès qu'elle se présente. Nous espérons que vous réussirez à réaliser ce mini-projet et que l'expérience acquise par des milliers de lecteurs pourra servir aux autres lorsque la nécessité s'en fera sentir. N'hésitez pas à nous faire part de vos résultats, solutions adoptées, expériences etc... nous pourrions à notre tour, le cas échéant, en faire profiter tous nos lecteurs.

Figure 3. Il est possible de supprimer un éventuel rayonnement parasite en bobinant le câble coaxial autour d'un tore ou d'un mini-bâtonnet de ferrite.

Dessin d'un circuit imprimé conçu pour l'antenne active.



On pourrait bien évidemment imaginer d'utiliser ce circuit avec des composants standard (résistances 1/8 ème de watt, condensateurs miniature, transistor BF980), mais ceci enlève bien évidemment tout le charme de l'utilisation des CMS.



interface cybernétique

Photo 1. Le bras de robot et son électronique. La partie mécanique est réalisée à base d'une boîte de construction de Fischertechnik.

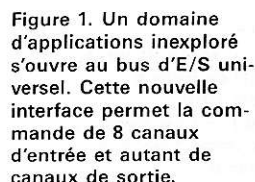
Qu'ils fassent des soudures, implantent des composants sur des circuits imprimés ou appliquent une couche de peinture, infatigables, rapides, ils sont la précision même, leurs gestes ont une sûreté diabolique. L'appellation générique de ces êtres monobrachiques est robot industriel. Lorsqu'on a la chance de les voir travailler dans une salle immense où ils constituent les seules pièces mobiles, car il ne saurait être question de les appeler êtres vivants, ce n'est pas sans raison que l'on commence à se poser des questions quant au risque qu'ils constituent pour l'emploi. Il reste qu'ils remplissent leur fonction avec un intérêt tout informatique et les voir à l'oeuvre laisse un arrière-goût de science-fiction. Ces pensées nous ont donné l'idée de réaliser une carte d'interface pour robot, qu'il suffirait d'implanter sur le bus d'E/S universel. Grâce aux 8 canaux d'entrée et aux 8 canaux de sortie mis à votre disposition, vous devriez être en mesure de transformer la fiction en réalité.

à associer au
bus d'E/S
universel

Associé à l'interface de conversion A/N décrite en mai 1895, page 5-68 et suivantes, le montage que nous allons décrire ouvre à votre ordinateur personnel le vaste domaine des automatismes et des mesures. Il est possible d'une part de procéder à la prise en compte (mesure) de 8 informations analogiques et de 8 informations numériques puis de les traiter, et d'autre part de commander 8 sorties numériques. Cette nouvelle technique a été baptisée fonctionnement interactif. Comme vous n'êtes sans doute pas sans le savoir, pour peu qu'il soit doté des interfaces convenables, votre ordinateur est

capable de mesurer toutes les grandeurs physiques, dès lors que des capteurs sont en mesure de les convertir en tensions électriques; l'ordinateur peut en vérifier la correction et procéder quasi-immédiatement, via les 8 sorties, à une correction éventuelle ou le cas échéant à une suppression d'erreur. Il circule en permanence un flux d'informations entre les grandeurs à mesurer, l'ordinateur et les appareils à commander.

Le logiciel nécessaire à un fonctionnement interactif peut être écrit sans trop de complications en BASIC, le langage le plus répandu dans le monde des micro-



à ce montage, pour suivre et réguler toutes les fonctions de commande existant chez vous, et elles sont nombreuses, croyez-nous!!! chauffage, éclairage, installation d'alarme, téléphone, aquarium, projecteur de diapositives, pour n'énumérer que quelques exemples. Un spécialiste en électronique de nos connaissances a, par exemple, réalisé un instrument de mesure informatisé spécialisé dans la mesure des caractéristiques des enceintes qu'il fabrique. Les simulateurs de vols à trois axes de rotation sont l'un des exemples les plus parlants de ce nouveau type de technologie.

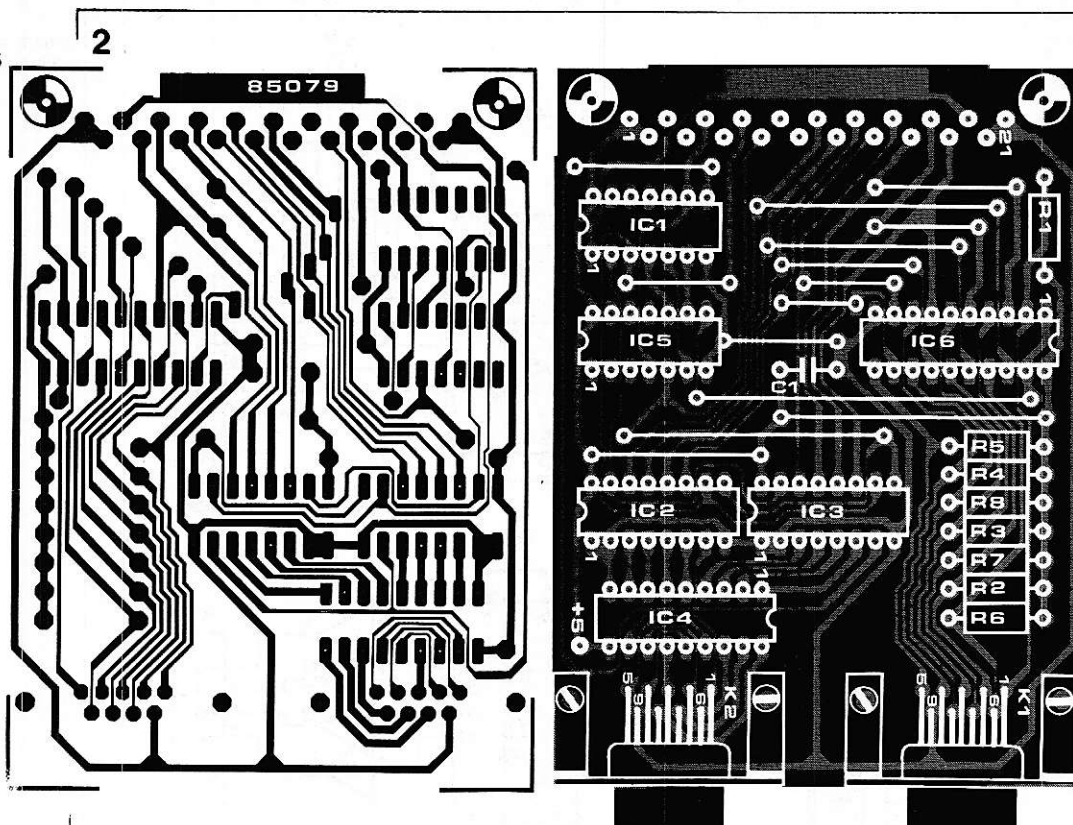


Figure 2. Le circuit imprimé terminé prend place sans autre forme de procès dans l'un des connecteurs dont est doté la carte de bus d'E/S universel.

Liste des composants

Résistances:

R1...R8 = 47 k

Condensateurs:

C1 = 100 n

Semiconducteurs:

IC1 = 74LS04
IC2, IC3 = 74LS173
IC4 = ULN 2803
IC5 = 74LS00
IC6 = 74LS244

Divers:

Connecteur à 21 broches mâle en équerre (DIN 41617)

K1, K2 = prise femelle à 9 broches type D en équerre

L'imagination ne connaît pratiquement plus de limite dès l'instant où l'on a trouvé une application pour laquelle il est certain qu'un ordinateur constitue l'auxiliaire le plus adapté.

Les exemples de réalisations précédents exigent bien évidemment l'écriture d'un logiciel adapté, logiciel devant assurer la circulation correcte du flot de données. Le point crucial d'un tel logiciel réside dans la génération des ordres de commande des différents canaux d'Entrées/Sorties, ordres devant respecter la chronologie correcte.

A condition de ne pas vouloir réaliser un "instrument-de-mesure-des-interférences-piloté-par-laser", le programme en question peut être écrit en BASIC en utilisant les instructions PEEK et POKE aux endroits convenables. On pourra appliquer aux 8 entrées numériques des niveaux TTL qui seront convertis en données en PEEKant aux adresses adéquates. Nous avons donné "du muscle" aux 8 sorties disponibles en les dotant d'un circuit intégré de puissance du type ULN 2803, circuit les rendant capables de commuter toute valeur de tension inférieure à 50 V et ne dépassant pas 0,5 A.

Le circuit

Le ULN2803 constitue une interface idéale entre un niveau TTL et, un relais, un moteur pas à pas ou un électro-aimant, dispositifs auxquels il est capable de fournir un courant de crête de 500 mA maximum, grâce au réseau de transistors darlington à courant élevé dont il est doté. Toutes les sorties sont à collecteur ouvert et comportent une diode intégrée destinée à l'élimination temporaire de charges inductives. Comme indiqué plus haut, la

tension maximale admissible par une sortie de ce genre est de 50 V. Ce niveau est plus que suffisant pour attaquer des relais en tous genres, qui à leur tour, vous permettront de commuter des tensions et courants plus élevés, (le 220 V du secteur par exemple). Nous retrouvons ce circuit intégré dans le schéma de la figure 1 sous la forme des tampons N7...N14 associés au connecteur de sortie K2. Ces tampons sont pilotés par deux bascules qui font office de mémoire de stockage intermédiaire. Le mot binaire présent aux sorties $Q_0...Q_7$ est conservé jusqu'à ce que: 1) ait lieu une action sur la touche de Remise à zéro (Reset). Dans ces conditions, le niveau logique de la ligne de bus NRST change et passe au niveau bas, ce qui provoque l'effacement des données programmées par l'intermédiaire de l'inverseur N6 et des broches CLR de IC2 et IC3.

2) se fasse une écriture de nouvelles données en mémoire. Ceci se fait par l'intermédiaire des lignes du bus de commande $\overline{SS}$, $R/\overline{W}$ et $\Phi 2$. Si la carte est sélectionnée par la ligne $\overline{SS}$ et qu'elle soit passée en mode $R/\overline{W}$, les données sont écrites dans les bascules pendant un cycle d'horloge de $\Phi 2$ par l'intermédiaire du bus de données. 3) se produise une coupure de courant (ce qui arrive de temps à autre) ou que l'on coupe l'alimentation de l'ordinateur. IC6 est sélectionné par la fonction logique que constituent les 4 portes N1...N4. Un niveau logique bas appliqué aux entrées $\overline{G1}$ et $\overline{G2}$ fait passer les sorties à impédance faible, provoquant le transfert des données vers IC6 et leur application sur le bus de données. Ce niveau bas naît et se maintient la durée d'un cycle de $\Phi 2$ (niveau haut) lorsque la carte est sélectionnée

(niveau bas) par l'intermédiaire de la ligne $\overline{SS}$ (Slot Select) et que la ligne $R/\overline{W}$ est en mode lecture (niveau haut). Les entrées du tampon IC6 sont forcées au niveau logique haut (+ 5 V) par l'intermédiaire des résistances R1...R8 et doivent recevoir des niveaux TTL.

Une construction ultra-rapide

L'implantation de six circuits intégrés, huit résistances, un condensateur et trois straps est une affaire vite réglée, surtout si l'on utilise la platine illustrée en **figure 2**. Ce montage n'exige ni réglage ni étalonnage. Après avoir terminé sa réalisation et vérifié la correction de son travail, il restera à implanter le circuit dans l'un des connecteurs du bus d'E/S universel. Si vous désirez avoir plus d'informations concernant ce dernier, nous vous renvoyons à l'article en question, "bus d'E/S universel" numéro de mai 1985, page 5-30 et suivantes. Ce même article indique comment décoder cette carte et quelles sont les adresses auxquelles il faut rechercher les données (instruction PEEK) ou où les écrire (instruction POKE). Nous n'y reviendrons donc pas.

Le robot

Nous l'avons dit plus haut, il existe diverses manières d'effectuer un traitement interactif. La plus attractive est sans aucun doute la commande du bras articulé d'un robot, car c'est l'application la plus visuelle, d'une part parce que grâce à elle on "sent" mieux ce qui se passe, et que d'autre part, on réalise, très primitivement peut-être, un vieux rêve de l'humanité, construire une sorte d'homuncule du 20ème siècle.

On dispose maintenant des organes de commande, de l'ordinateur, du bus d'E/S, d'une entrée analogique et du circuit

d'interface, il ne nous manque donc plus que le robot. Nous avons construit un robot, voir **photographie 1**, à l'aide d'une boîte de construction de la firme Fischer-technik. Il faut reconnaître que la diversité et l'étendue de ses mouvements sont limitées, mais cela n'en fait pas moins un bel objet de démonstration, sachant qu'en outre, la boîte de construction permet de réaliser d'autres machines éducatives telles que machine-outil, rotor pour antenne, système de tri, table traçante, etc... L'angle battu par le bras de robot (**figure 3**) atteint 30° de part et d'autre de l'horizontale. Il peut en outre effectuer une rotation complète autour de son axe vertical, de sorte que le domaine d'utilisation prend la forme de deux cônes tronqués superposés, (seul le cône du bas nous intéresse d'ailleurs dans le cas présent), comme l'illustre la **figure 4**.

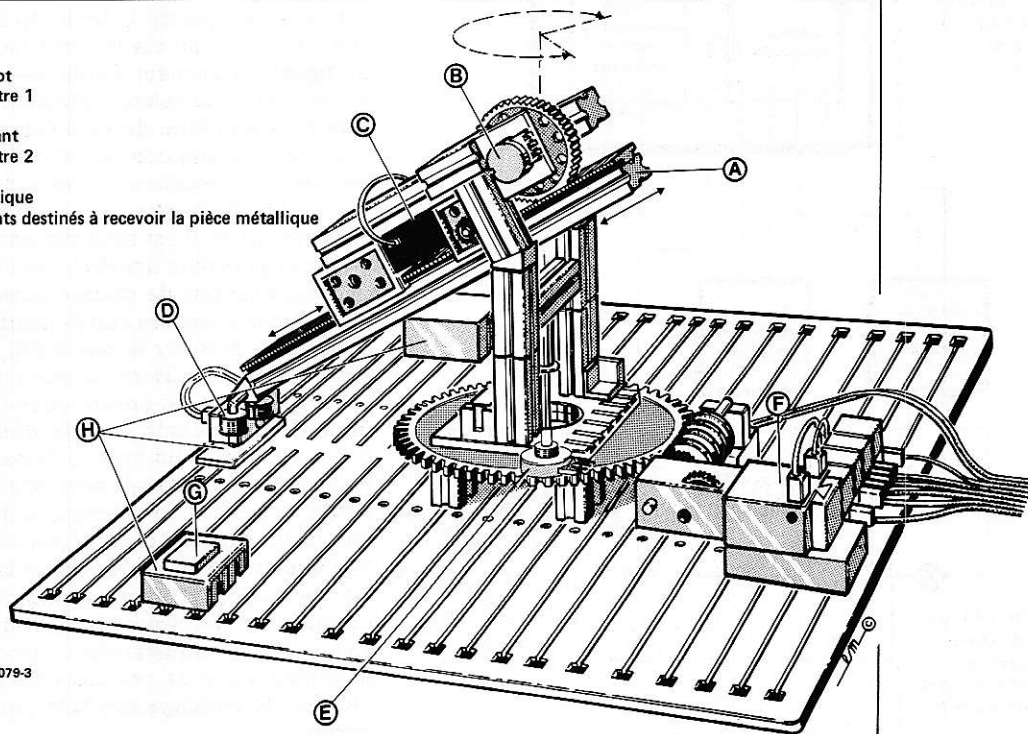
En dotant l'extrémité du bras d'un électro-aimant, il est possible de lui faire déplacer de petits objets métalliques d'un support à un autre, à condition qu'ils soient tous disposés à l'intérieur de son volume de travail. Le mouvement est assuré par une paire de moteurs, le moteur 1 assurant le mouvement vertical (montée/descente), le moteur 2 prenant à son compte la rotation autour de l'axe vertical. Un système à engrenage transmet linéairement au potentiomètre P1 la position du bras par rapport à la rotation du moteur. De la même manière, le potentiomètre P2 est fixé directement sur l'axe vertical, potentiomètre dont la résistance varie lors d'une rotation horizontale du bras. Les extrémités des deux potentiomètres sont reliés respectivement à la masse et au + 5 V, de sorte que l'on dispose à leur curseur d'une tension comprise entre 0 et 5 V dont la valeur est fonction de la position du bras. Ces deux tensions appliquées à l'entrée analogique de

interface cybernétique
elektor décembre 1985

Figure 3. Composants les plus importants assurant la mobilité du bras. Grâce à eux, le transport d'une pièce de monnaie d'un endroit à l'autre tient du jeu d'enfant.

3

- A = bras du robot
- B = potentiomètre 1
- C = moteur 1
- D = électro-aimant
- E = potentiomètre 2
- F = moteur 2
- G = pièce métallique
- H = emplacements destinés à recevoir la pièce métallique



85079-3

Canaux de sortie de l'interface cybernétique

8 7 6 5 4 3 2 1

bit 7 6 5 4 3 2 1 0

descente du bras
montée du bras
bras vers la gauche
bras vers la droite
électro-aimant

POKE XXXX, 0 = 0 0 0 0 0 0 0 0 = électro-aimant coupé, bras à l'arrêt

POKE XXXX, 128 = 1 0 0 0 0 0 0 0 = électro-aimant alimenté, bras à l'arrêt

POKE XXXX, 134 = 1 0 0 0 0 1 1 0 = électro-aimant alimenté, bras se déplaçant vers le haut à gauche

POKE XXXX, 9 = 0 0 0 0 1 0 0 1 = électro-aimant coupé, bras se déplaçant vers le bas à droite

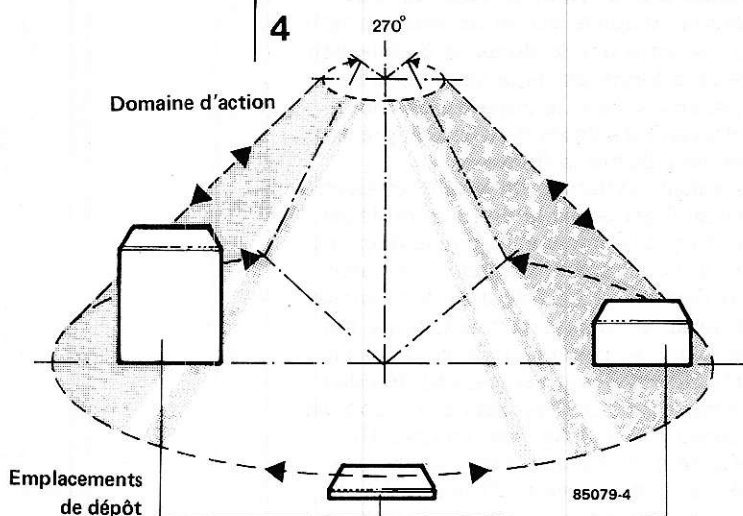


Tableau 1. La combinaison de bits écrite en mémoire (POKE) détermine le sens de rotation et l'activation ou non de l'électro-aimant.

Figure 4. Le domaine d'action du bras de robot est limité à un arc de cercle de 30° de part et d'autre de l'horizontale et ceci sur la totalité des 360° de rotation horizontale. Ce domaine prend ainsi la forme d'un anneau tronqué.

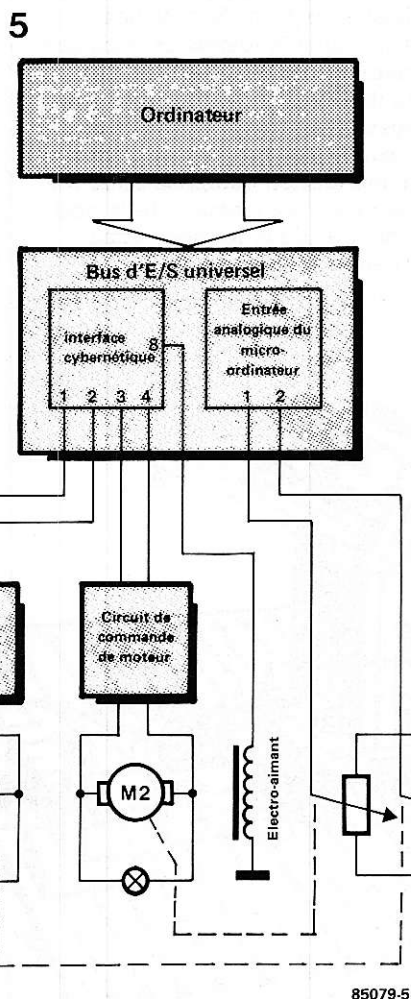


Figure 5. Plan de câblage du bras de robot. Opter pour un autre câblage entraîne bien évidemment une combinaison de bits différente.

l'ordinateur, lui indiquent la position du bras. Cette entrée analogique convertit une tension de 5 V en code binaire égal à 11111111 soit 255. 2,5 V correspondent à une valeur de 128, 1,25 V à 64 etc. L'ordinateur prend ces valeurs décimales en compte à l'aide d'instructions PEEK. Il les compare ensuite aux valeurs de consigne auxquelles doit être positionné le bras. La commande des moteurs se fait par l'intermédiaire de 4 des canaux de sortie dont est pourvue notre interface. La sortie 1 fait descendre le bras, la sortie 2 le fait monter, la sortie 3 le déplace vers la gauche et la sortie 4 le meut vers la droite. En raison de la faible puissance qu'ils drainent, les moteurs peuvent être connectés directement aux sorties, il n'est cependant pas possible dans ce cas d'effectuer une inversion du sens de rotation. Pour cela, il faut implanter un circuit de commande de moteur, tel celui décrit dans l'article "commande de moteur économique", numéro de juillet/août 84, page 7-50.

La sortie 8 attaque l'électro-aimant. Le tableau 1 donne la correspondance entre les 8 sorties et les différents bits. Si l'électro-aimant est alimenté (128), il faut ajouter cette valeur à l'équivalent décimal des 4 bits les moins significatifs.

Le câblage du robot est donné dans la notice technique de la boîte de construction. Pour plus de clarté, nous indiquons en figure 5 comment établir les connexions entre le robot, l'interface et l'entrée analogique de l'ordinateur.

L'adoption d'une connexion différente entraîne bien évidemment une combinaison de bits différente. Selon les besoins de votre robot, il est bien sûr possible d'utiliser plusieurs interfaces telle celle que nous venons de décrire et/ou d'implanter plusieurs cartes interfaces de conversion A/N sur le bus d'E/S. Bien que le bras de robot que permet de réaliser la boîte de construction de la firme Fischertechnik soit très démonstratif, il est difficile de lui trouver des applications réelles, étant donnés son faible poids, sa résistance mécanique limitée et son relatif manque de précision. Il n'est pas question d'envisager de lui faire percer les orifices d'un circuit imprimé double face par exemple. Quoi qu'il en soit, il illustre parfaitement le mode de fonctionnement de ses grands frères des chaînes de montage des fabricants d'automobiles.

marché aux puces

Récepteur FM en boîtier miniature TDA 7020T

(Philips)

On peut considérer ce circuit intégré comme étant une version étendue et améliorée du TDA 7000, circuit que nous avons utilisé à l'époque de sa mise sur le marché pour réaliser le Baladin 7000 (décrit en septembre 83). Ce nouveau circuit intégré prend la forme d'un boîtier du type SO-16; ses dimensions ne dépassent pas 10 x 4 mm! Le circuit monopuce est conçu pour pouvoir fonctionner à une tension d'alimentation de 3 V; il peut être utilisé avec des récepteurs monophoniques ou stéréophoniques.

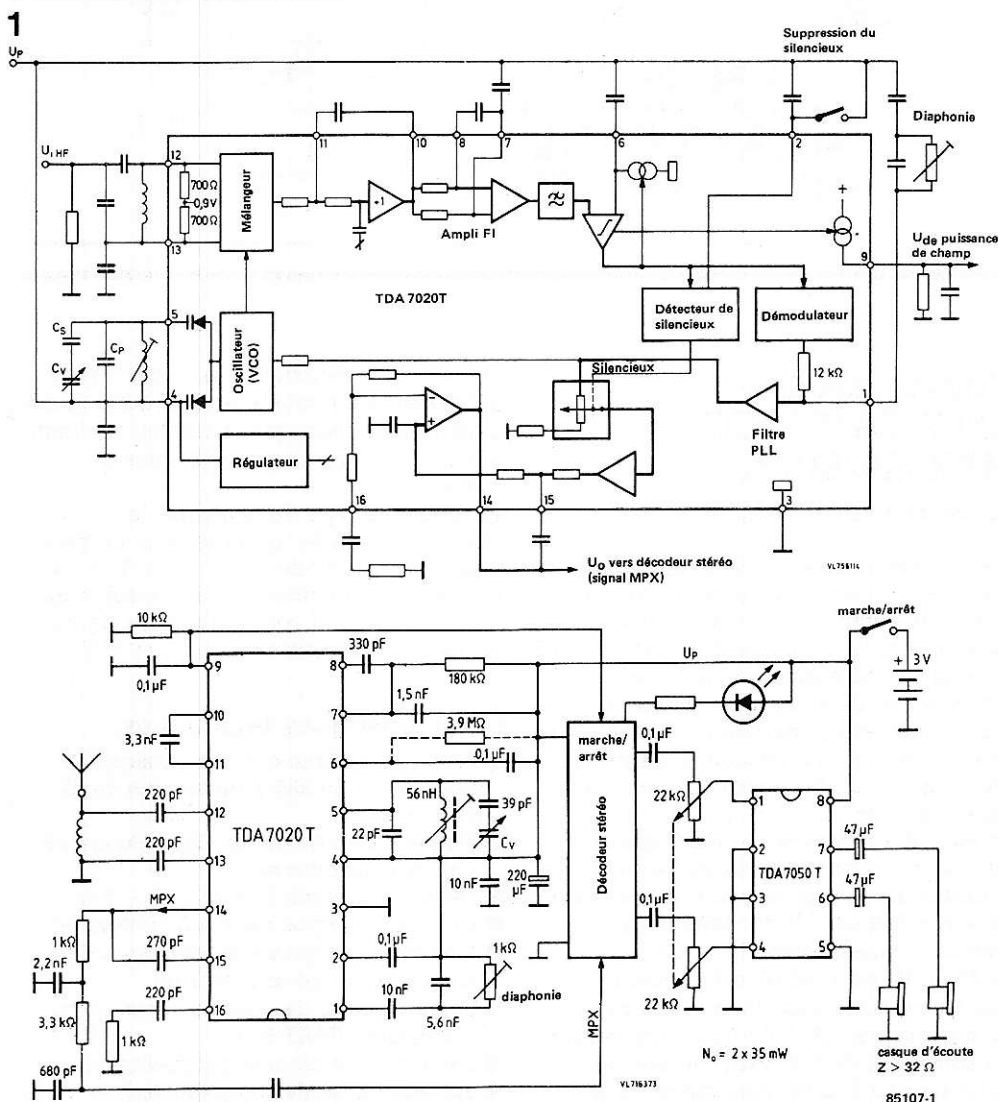
Caractéristiques techniques:

- Etage d'entrée HF
- Oscillateur à une unique connexion extérieure

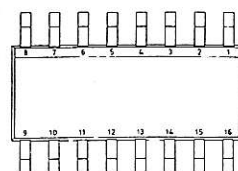
- Limiteur FI/amplificateur avec détecteur de niveau
- Démodulateur de phase
- Détecteur de silencieux (démodulateur de correction)
- Point de mise en fonction du silencieux ajustable (-30 dB, commutable)
- Sortie avec indication de puissance de champ
- Fréquence intermédiaire de 76 kHz
- Compression d'excursion par circuit de PLL
- Amplificateur de sortie BF pour casque d'écoute monophonique ($I > 50 \Omega$), également utilisable comme amplificateur MPX pour réception stéréophonique

Caractéristiques électriques:

- Tension d'alimentation: 3 V (1,8...6 V)
- Consommation de courant: 6,3 mA
- Gamme de fréquence: 1,5...110 MHz
- Sensibilité d'entrée: $4 \mu V_{eff}$
- Signal de sortie BF: $90 mV_{eff}$
- Distorsion harmonique pour une excursion de 22,5 kHz: 0,7 %



Vu du dessus



Amplificateur audio à très faible bruit HA 12017

(Hitachi)

Ce circuit intégré à 8 broches a été conçu spécialement pour être monté dans les amplificateurs audio, dans les correcteurs de courbe RIAA en particulier, (comme le laisse entrevoir le schéma d'application). Ce circuit se distingue par un niveau de bruit extrêmement faible, une distorsion quasi-inexistante et une plage de tensions d'entrée très étendue.

Caractéristiques techniques:

- Tension d'entrée-bruit équivalente:
0,185 μ V (mesurée avec réseau IHF-A, R_g

= 43 Ω , avec correction RIAA dans la contre-réaction)

- Tension d'entrée maximale: 235 mV_{eff}
(tension d'alimentation ± 24 V, $f = 1$ kHz, distorsion harmonique 0,1 %, gain = 35,9 dB).

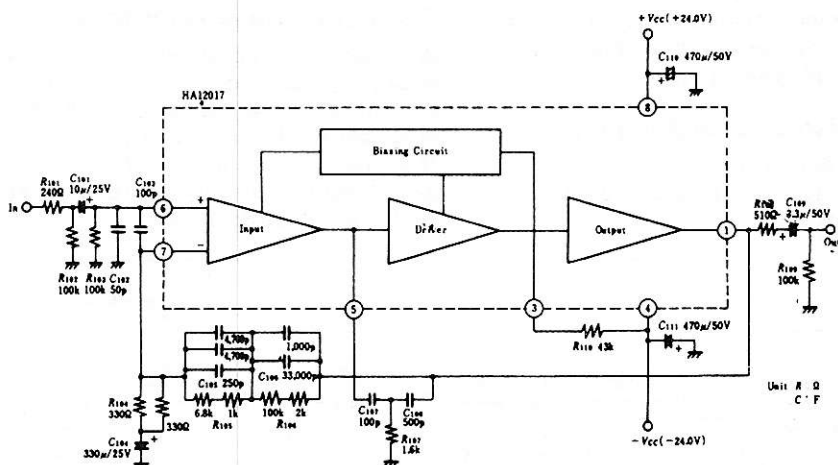
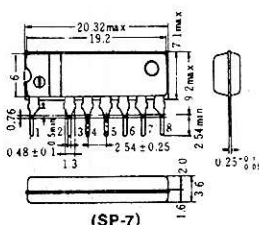
- Distorsion harmonique: 0,002 %
(20 Hz...20 kHz, tension de sortie 10 V_{eff}, correction RIAA).

- Réjection de la tension d'alimentation:
56 dB dans le cas de la tension d'alimentation positive et 45 dB pour la tension d'alimentation négative ($f = 100$ Hz, $R_g = 43 \Omega$).

Caractéristiques électriques:

- Tension d'alimentation maximale:
 $\pm 26,5$ V
- Puissance maximale dissipée: 500 mW

2



Caractéristiques électriques:

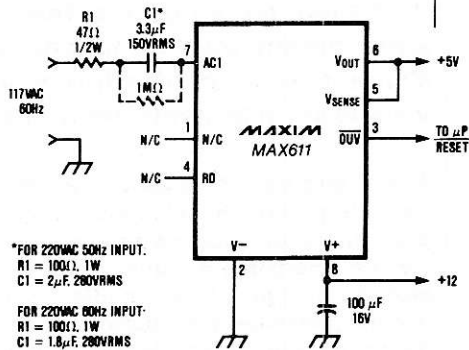
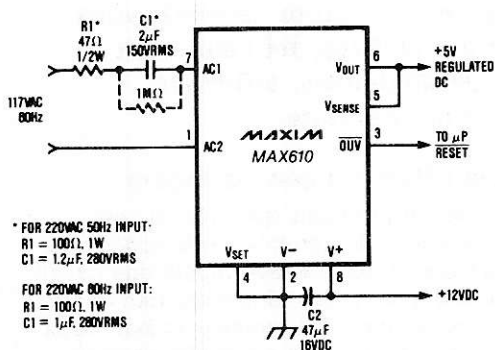
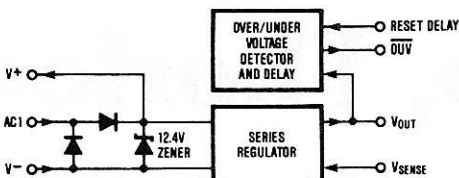
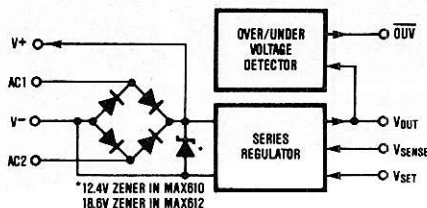
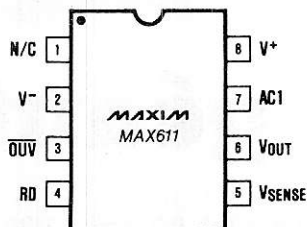
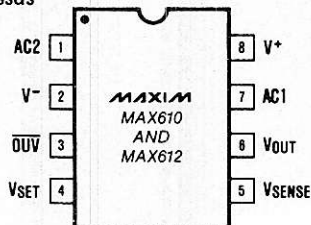
- Tension de sortie: $5\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$ ($T = 25^\circ\text{C}$, $0,5\text{ mA} < I < 50\text{ mA}$)
- Tension de référence interne: $1,3\text{ V}$
- Régulation ligne (entrée CC): $0,25\text{ \%}/\text{V}$
- Régulation ligne (entrée CA): $0,001\text{ \%}/\text{V}$
- Impédance de sortie: $0,6\text{ }\Omega$ (maximum $2\text{ }\Omega$)
- Tension différentielle minimale entre entrée et sortie: $1,1\text{ V}$ (maximum 2 V)
- Détection de surtension: $5,4\text{ V}$
- Détection de sous-tension: $4,65\text{ V}$

- Tension d'entrée maximale (MAX 610, MAX 611):
sur AC1, AC2: $11,5\text{ V}$
sur V+: $10,8\text{ V}$
- Tension d'entrée maximale (MAX 612):
sur AC1, AC2: 17 V
sur V+: $16,2\text{ V}$
- Courant de sortie maximal:
sur V+, V_{out} : 150 mA
sur OUV: 10 mA

marché aux puces
elektor décembre 1985

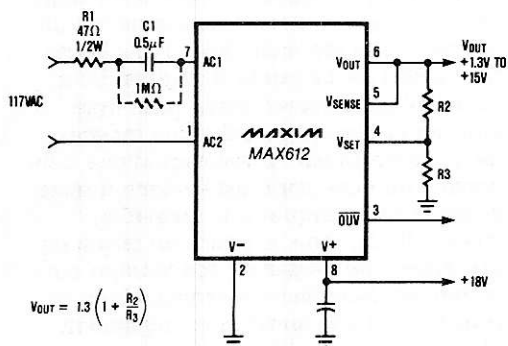
3

Vu du dessus



Alimentation secteur simple, fournissant du 5 V

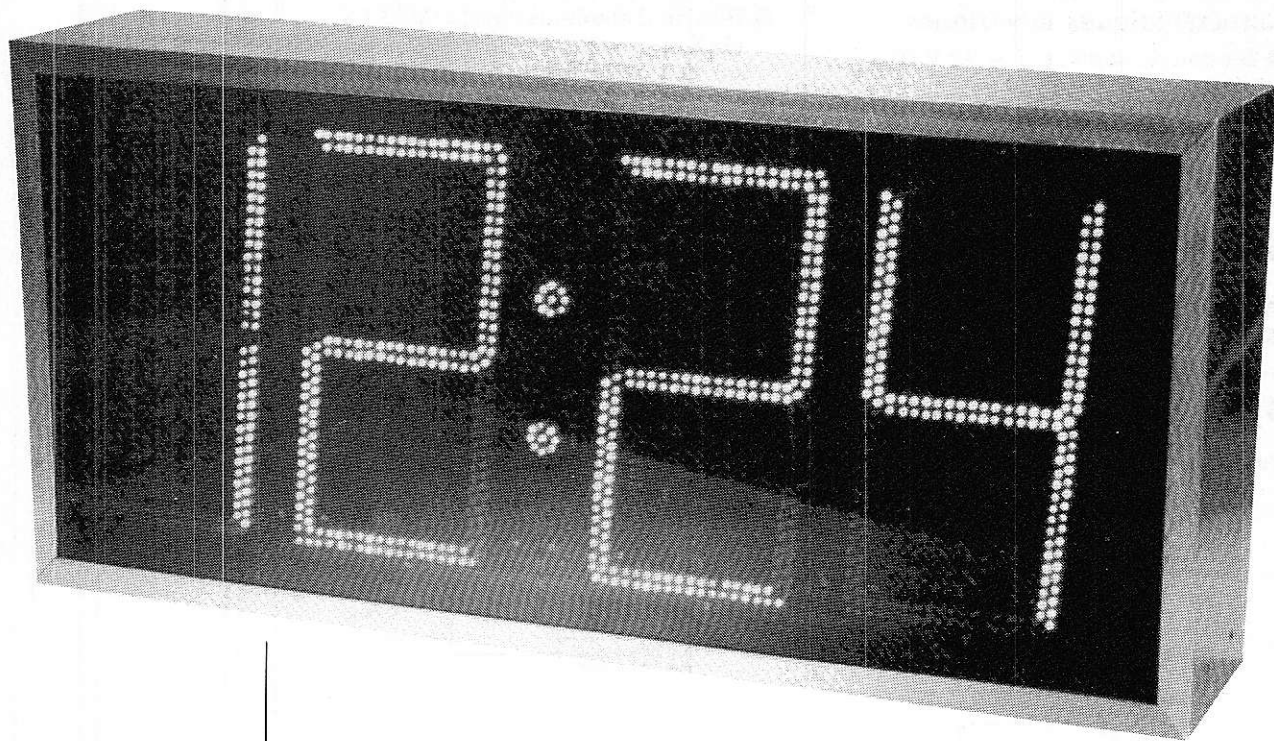
110/220 CA vers 5 V, redressement monoalternance



Tension de sortie ajustable

85107-3

Veuillez noter que les circuits intégrés proposés dans le "marché aux puces" ne sont pas nécessairement (déjà) disponibles sur le marché grand public. Nous les avons choisis pour vous faire connaître les tendances des développements en cours.



jumbo, l'horloge géante

En cette période de soirées interminables, ne vous arrive-t-il pas d'être dérangé par l'envie de saisir votre fer et de souder à tout va? Si tel était le cas, nous avons là un montage qui ne peut pas, avec son millier de composants, manquer de vous séduire.

La réalisation de **jumbo** nécessite en effet 946 LED, 35 condensateurs, 25 circuits intégrés, 20 résistances, sans parler du reste, plus de 2 350 (!!!!) soudures en perspective. Lorsque vous en aurez terminé, vous aurez devant vous un affichage géant à 4 chiffres, tel celui dont s'ornent les cours des firmes les plus prestigieuses, affichage visualisant alternativement l'heure et la température.

une horloge de
clocher à
demeure

Si vous êtes un lecteur assidu de cette revue, le paragraphe d'introduction n'aura pas manqué de vous mettre la puce à l'oreille. Une partie de ce montage vous rappelle quelque chose. En effet, les afficheurs gargantuesques utilisés ont été décrits dans le numéro double de juillet/août dernier sous le titre "afficheurs géants", (page 7-56 et suivantes). Pour les réaliser il vous faudra beaucoup, beaucoup de LED. Avec ses 14 x 28 cm chaque chiffre possède une surface égale à deux cartes et demie au format "europe". Les "mensurations" finales de notre horloge numérique sont un confortable 72 x 28 cm, même un myope devrait maintenant pouvoir lire l'heure. Si vous avez la chance d'être doté d'une vue normale, vous devriez en faire de même jusqu'à une distance de l'ordre de 100 mètres. Outre une visualisation de scores dans une salle omnisports, nombre d'entre vous se sont posé la question de savoir ce que l'on pouvait bien faire de ce genre d'afficheurs géants. Jumbo apporte un exemple d'application supplémentaire.

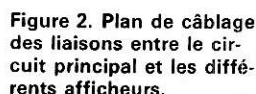
De l'électronique horlogère

Il est fort probable, qu'après un coup d'oeil jeté à la dérobée sur le schéma de la **figure 1**, votre visage reflète une certaine surprise. Tiens, direz-vous, rien que de la technologie TTL, comme au bon vieux temps. La raison de cet accès de nostalgie apparente est tout simplement qu'il n'existe pratiquement pas sur le marché grand-public de circuit intégré d'affichage de l'heure et de la température ne travaillant pas en mode multiplexé. Dans le cas d'un projet de ce genre il s'agit là d'une quasi-obligation, aussi avons nous opté pour un circuit conçu selon les recettes de la "mère Denis". L'avantage d'une conception de cette sorte est évident: il reste possible de s'attaquer à la réparation d'une telle horloge, si pour une raison ou une autre, elle cessait de fonctionner correctement. Nous vous souhaitons bien du plaisir lors d'une tentative de réparation d'une montre numérique à commande multiplexée!!!

La tension secteur nous fournit la base de temps. T1 extrait la tension alternative de

Figure 1. Le schéma de jumbo comporte une partie analogique et une partie numérique, cette dualité en explique quelque peu la complexité apparente.





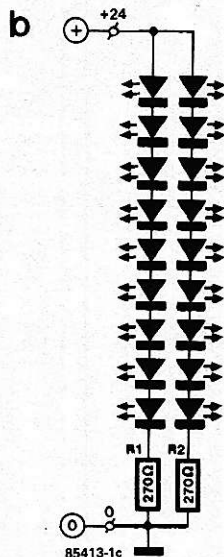
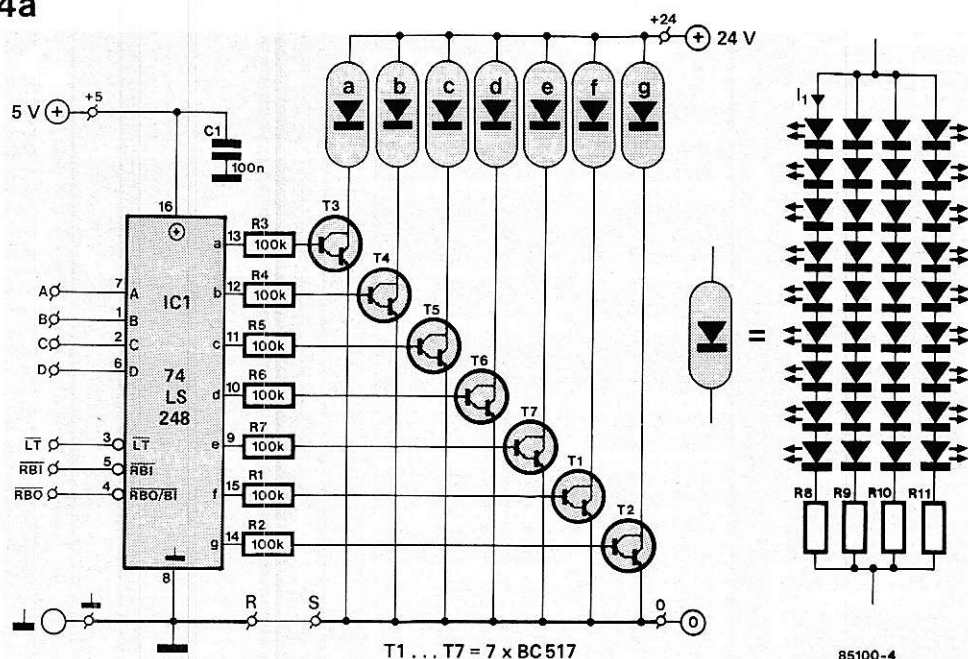
IC7, un multiplexeur, travaille en commutateur de fréquence électronique. Il reçoit à ses entrées D_4 , D_2 et D_0 les différentes fréquences précédemment évoquées, à savoir 8 Hz 1/3, 1 Hz 1/3 et 1/60 Hz. Si S3 est placé en position médiane, les trois

3



nombre ou fonction	entrées						RBO/BI	sorties						
	LT	RBI	D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	
1	H	X	L	L	L	H	H	L	H	L	L	L	L	
2	H	X	L	L	H	L	H	H	H	L	H	L	H	
3	H	X	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	
4	H	X	L	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	
5	H	X	L	H	L	H	H	H	L	H	L	H	H	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	L	H	H	H	H	
7	H	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	
8	H	X	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	
9	H	X	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	
10	H	X	H	L	H	L	H	L	L	L	H	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	L	L	H	H	L	H	
12	H	X	H	H	L	L	H	L	H	L	L	H	H	
13	H	X	H	H	L	H	H	H	L	L	L	H	H	
14	H	X	H	H	H	L	H	L	L	L	H	H	H	
15	H	X	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	
BI	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	
RBI	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
LT	L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	

12-74



entrées de commande (A, B et C) de IC7 se trouvent au niveau logique bas, et conformément à la table de vérité de ce circuit, on retrouve à la sortie W, le signal appliqué à l'entrée D₀, l'horloge reçoit son impulsion des minutes et fonctionne normalement. Pour la mettre à l'heure, on bascule S3 en position FAST ou SLOW selon le cas de figure, et l'affichage avance à la vitesse adoptée.

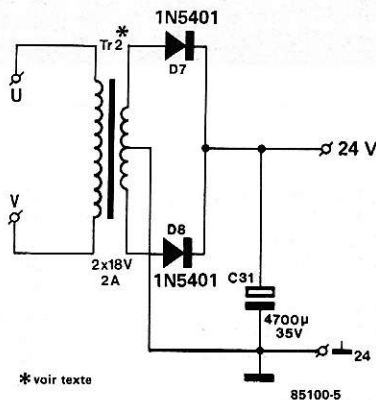
Le circuit de l'horloge

Le mécanisme d'horloge proprement dit est réalisé à l'aide de la chaîne de diviseurs sur 4 bits synchrones IC11...IC13. On dispose à leurs sorties du contenu des compteurs en code binaire (sur 11 bits), la sortie Q_A constituant le bit le moins significatif (LSB). La porte NAND N7 est connectée à différentes sorties de ces diviseurs de manière à ce que les trois compteurs soient remis à zéro lorsque le mot binaire disponible est 1011001111 soit 1439 en décimal, valeur qui exprimée en minutes correspond à 23 heures et 59 minutes. La touche de remise à zéro S2 permet elle aussi, une remise à zéro (manuelle) de l'horloge. Pour cette dernière procédure, il faut que la chaîne des compteurs reçoive une impulsion d'horloge. Il faut donc soit attendre l'impulsion des minutes, soit basculer un court instant S3 sur FAST. A noter en outre qu'à chaque action sur la touche de RAZ, l'entrée "LT" (Lampes Test) est activée un court instant, permettant de s'assurer du bon état de toutes les LED.

Le circuit du thermomètre

La présence d'un LM335 ne constitue sans doute pas de surprise si vous suivez l'évolution des composants électroniques: c'est en effet lui le capteur de température. La tension qu'il fournit dépend de la température, et évolue dans le même sens que cette dernière avec un gradient thermique

5



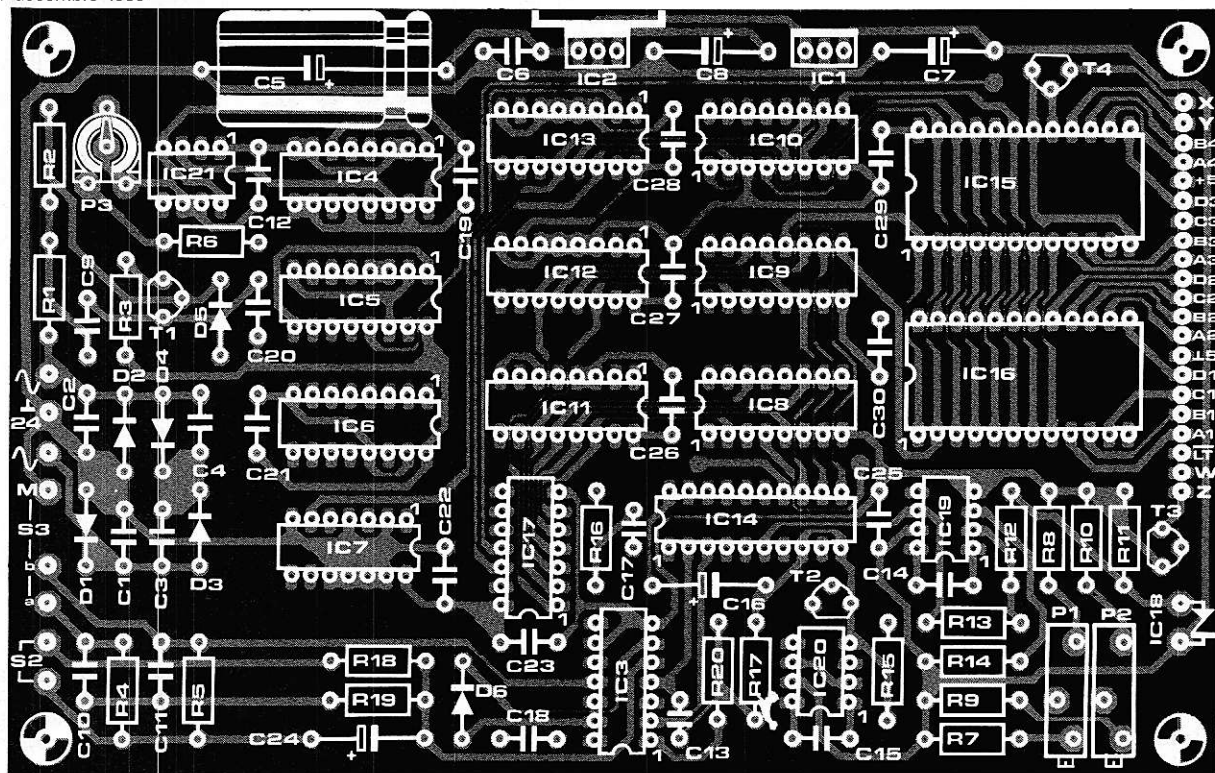
de 10 mV/K. A1 amplifie cette tension avant de l'envoyer au convertisseur analogique/numérique IC14. Pour les positions correctes de P1 et P2, on dispose à la sortie de ce circuit d'une indication de température sous forme numérique. La fréquence d'horloge de IC14 est déterminée par le réseau RC que constituent R16/C17. Toutes les 6 secondes, IC14 reçoit une impulsion qui lui est appliquée à travers N4 et effectue une nouvelle mesure de température (qui consiste en fait en une conversion).

Le décodage

Comme on dispose de deux informations à visualiser alternativement sur les afficheurs, celle de temps comportant 11 bits, celle de température étant codée sur 8 bits, on les applique aux entrées A et B de trois quadruples commutateurs de données/multiplexeurs 2 vers 1 du type 74LS157 (IC8...IC10). Le signal présent à leurs entrées A/B détermine laquelle des deux informations, l'heure ou la température, est transmise aux sorties. Ce signal est lui-même extrait de la base de temps et provoque l'alternance de l'affichage toutes les trois secondes.

Figure 4. Schéma d'un afficheur à 7 segments réalisé à l'aide de LED. (a) Celui du double point (:) en 4b.

Figure 5. Pour briller de toutes leurs couleurs, les 946 LED se contentent de l'alimentation non régulée illustrée ici.



Liste des composants du circuit principal

Résistances:

R1, R2 = 47 k
R3, R14...R16 = 10 k
R4, R5, R17 = 100 k
R6 = 82 k
R7 = 6k8
R8 = 1k5
R9 = 3k9
R10 = 4k7
R11, R20 = 2k2
R12 = 22 k
R13 = 68 k
R18 = 100 Ω
R19 = 1M
P1, P2 = 2 k ajustable multitour
P3 = 50 k ajustable
P4 = 10 k ajustable *

Condensateurs:

C1...C4, C18...C23, C26...C28 = 22 n
C5 = 1 000 μ /16 V
C6, C10, C11, C25, C29, C30 = 100 n

C7, C8, C16 = 10 μ /16 V
C9 = 47 n
C12 = 180 n
C13 = 220 p
C14, C15 = 1 n
C17 = 330 p
C24 = 1 μ /16 V
C31 = 4 700 μ /35 V

Semiconducteurs:

D1...D4 = 1N4001
D5, D6 = 1N4148
D7, D8 = 1N5401 (diode 3 A)
T1 = BC 547B
T2...T4 = BS 170
IC1, IC2 = 7805
IC3 = 40106, 74HC14
IC4 = 4018
IC5 = 74HC390
IC6 = 4017, 74HC4017
IC7 = 74HC152
IC8...IC10 = 74HC157
IC11...IC13 = 74HC163
IC14 = ADC 0804
IC15, IC16 = 2716, 27C16 (EPROM programmées)
IC17 = 74HC30
IC18 = LM335

IC19, IC20 = CA3130
IC21 = 555, 7555

Divers:

Tr1 = transformateur secteur, 9 V/0,5 A au secondaire
Tr2 = transformateur secteur, 2 x 18 V/2 A ou 2 x 15 V/1,5 A au secondaire *
F1 = fusible 100 mA lent
S1 = interrupteur secteur double
S2 = bouton-poussoir simple contact travail
S3 = inverseur simple à ressort vers position centrale non connectée radiateur pour IC2

* voir texte

Liste des composants pour afficheur à 7 segments

(à réaliser en quatre exemplaires)

Résistances:

R1...R7 = 100 k
R8a...R8g, R9e, R9g, R10b, R10c, R10f, R10g, R11a...R11g = 330 Ω
R9a...R9d, R9f, R10a, R10d, R10e = 270 Ω

Condensateurs:

C1 = 100 n

Semiconducteurs:

T1...T7 = BC 517
IC1 = 74LS248
232 LED de 5 mm de diamètre

Liste des composants pour le double point (:) (à réaliser en un exemplaire)

Résistances:

R1, R2 = 270 Ω

Semiconducteurs:

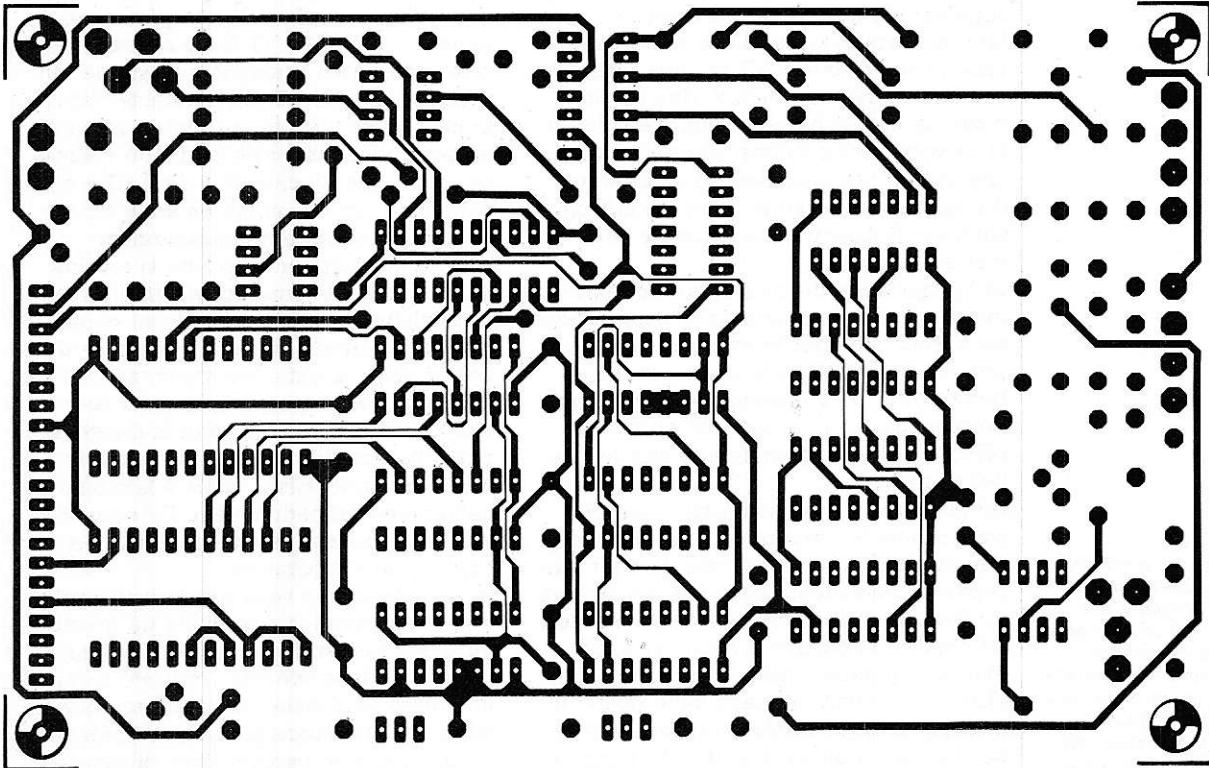
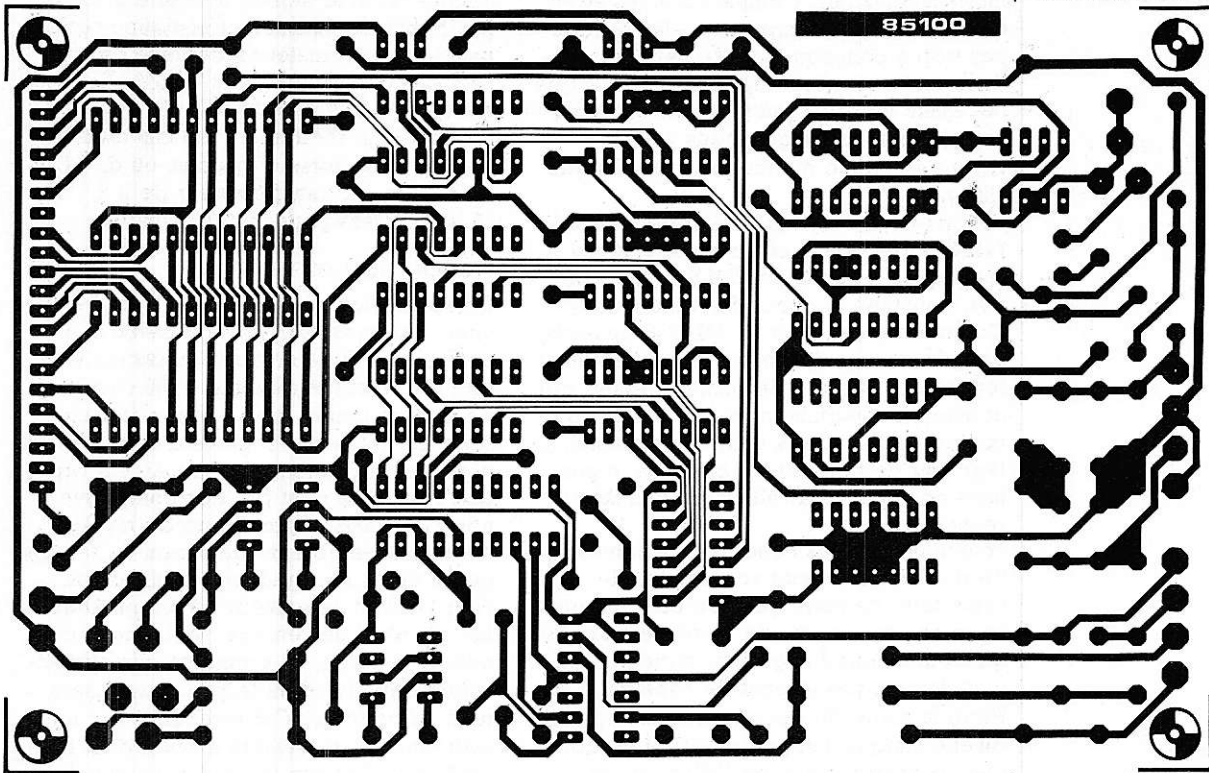
18 LED de 5 mm de diamètre

L'information fournie par le commutateur sert tout simplement d'adresse pour les deux EPROM (2716) du montage, ces deux 2716 mises en parallèle nous fournissent une donnée large de 16 bits. Pour indiquer l'heure, nous avons besoin de quatre chiffres, raison pour laquelle, nous avons divisé nos 16 bits en quatre groupes de 4 bits chacun. Dans l'EPROM, on trouve à chaque adresse le code BCD permettant la commande individuelle de chaque chiffre. Ce n'est pas plus compliqué que cela.

L'affichage

Un coup d'oeil à la **figure 2** nous explique comment les sorties des EPROM attaquent chaque circuit d'affichage, circuits dotés chacun d'un décodeur BCD/ 7 segments (**figure 4**) qui se chargent de la conversion du code BCD en tension de commande pour les différents segments de LED des afficheurs selon la table de vérité donnée en **figure 3**.

On constate que la broche d'entrée $\overline{RBI}$ de l'afficheur le plus à gauche (4) est con-



nectée au point Y. Lorsqu'elle est mise à un niveau logique bas, tout l'afficheur est éteint, (suppression des zéros non significatifs). Pour la visualisation de la température, il faut noter quelques particularités supplémentaires: le double point indispensable lors de l'affichage de l'heure est mis hors fonction par l'intermédiaire de T2 lors de l'indication de température. Pour représenter le symbole de température ($^{\circ}$), les entrées B de IC10 sont tout simplement forcées à un niveau logique fixe de

manière à ce que sur l'afficheur situé le plus à droite, (1), les segments b, f et g soient activés par code BCD et le segment a le soit par T3 et la connexion Z. Il faudra effectuer soi-même les connexions des collecteurs de T2 et T3, sachant que les circuits imprimés des afficheurs géants ne sont pas pourvus des points de connexions correspondants.

Les afficheurs géants

Ce ne sont sans doute pas les premiers afficheurs proposés par Elektor, mais sûre-

Attention: il s'agit d'un circuit imprimé double face à trous métallisés.

ment ceux aux dimensions les plus impressionnantes. Comme nous les avons dotés d'un circuit imprimé, cela ne porte pas trop à conséquence. Le seul inconvénient est le nombre important de LED que nécessite leur réalisation. Pour l'énumération de leurs avantages, nous vous renvoyons à l'article mentionné à la rubrique "littérature".

Venons-en au schéma de la **figure 4**. Un 74LS248, décodeur aux caractéristiques identiques à celles des 74LS48 plus connus, constitue le coeur de l'afficheur.

Comme ces derniers, le 74LS248 possède des résistances de polarisation internes et fournit des signaux de sortie inversés, qui conviennent parfaitement à la commande de transistors externes capables à leur tour de générer les courants importants nécessaires à l'allumage des différents segments.

Toutes les entrées et sorties de commande de l'afficheur sont accessibles de l'extérieur, de sorte que l'on peut mettre ce circuit en oeuvre de la même manière qu'un afficheur 7 segments standard. On n'implantera pas le pont de câblage R—S. Entre la sortie du décodeur et le segment qu'elle attaque, est pris un étage de commande chargé d'assurer l'allumage et l'extinction du segment concerné. Chaque segment est réalisé par un montage parallèle de 4 groupes de LED, comportant chacun soit 8 soit 9 LED et leurs résistances limitatrices de courant. Une tension continue non stabilisée comprise entre 20 et 24 volts assure l'alimentation des afficheurs; la consommation de l'ensemble du montage varie entre 50 et 120 mA par afficheur (fonction du nombre de segments allumés).

La juxtaposition de plusieurs afficheurs ouvre bien évidemment de nouveaux horizons. Pour protéger le montage de la poussière, on pourra le mettre dans un boîtier dont la face avant sera une plaque de plexiglass qui, rouge tout en faisant office de filtre, augmentera la lisibilité de l'affichage.

Un petit truc de consommateur averti: étant donné le nombre de LED concerné, il n'est pas inutile de prendre contact avec plusieurs revendeurs pour pouvoir comparer leurs prix de vente lors de commande en nombre important: il n'est pas exclu que vous puissiez mettre la main sur des LED vous coûtant un demi-franc pièce. Il n'est pas indispensable de mettre tout en oeuvre pour trouver des LED de luminosité absolument identique, sachant que de faibles variations ne sont plus guère discernables aux distances de lecture concernées.

L'alimentation

Lors de l'examen de la figure 1, nous avons vu que le sous-ensemble de température possède son propre régulateur de tension (connexion 5A). Il s'agit là d'une mesure indispensable pour éviter que la partie analogique de ce montage ne soit perturbée par les flancs de commutation de sa partie numérique. L'affichage est lui

aussi doté de son alimentation propre, qui, comme nous le montre la **figure 5**, n'est pas stabilisée. Les caractéristiques concernant le transformateur indiquées dans la liste des composants sont celles nécessaires en cas d'emploi de LED de couleur rouge à haut rendement. En cas d'utilisation de LED vertes ou jaunes, ou de LED ordinaires, un transformateur de 2 x 15 V/1,5 A fera parfaitement l'affaire.

Réalisation et réglage

L'implantation des composants sur les circuits imprimés tient plus du travail à la chaîne que de la création artistique. Lorsque l'on effectue quelque 2 500 soudures, il n'est pas inutile, si l'on veut éviter une soudure froide par-ci par-là d'effectuer cet ouvrage en plusieurs étapes. Le câblage de l'ensemble n'est pas très compliqué non plus, mais la procédure de réglage du sous-ensemble de détection de température demande quelques explications.

Pour l'instant, le capteur de température LM 335 n'est pas encore pris dans le circuit. A sa place, on connecte une alimentation réglable, (dont le pôle positif sera relié au point de IC18 symbolisé par une cathode). On surveillera à l'aide d'un multimètre numérique la tension appliquée entre ces deux points. Le capteur fournit une tension de 10 mV/K, ce qui correspond à 2,93 V à 20 °C. Nous allons ajuster la tension à 2,53 V, simulant ainsi une température de -20 °C. On connecte ensuite le multimètre, (positionné sur sa gamme de sensibilité maximale en mode voltmètre), entre les broches 6 et 7 de IC14 et, par action sur P2, on fait en sorte que le multimètre indique très exactement 0,000 V. On augmente ensuite la tension fournie par l'alimentation réglable jusqu'à une valeur de 3,23 V. On mesure et on note le niveau de la tension présente dans ces conditions entre les broches 6 et 7 de IC14. On branche ensuite le voltmètre entre la broche 9 de IC14 et la masse et, par action sur P1, on ajuste la tension mesurée à une valeur égale à la moitié de celle notée précédemment. Un point c'est tout, vous pouvez maintenant implanter le capteur de température.

Si cette précision vous paraît insuffisante, il vous est laissée la possibilité de mettre en place l'ajustable de 10 k dessiné en pointillés sur le schéma, implanté comme le montre ce dernier. On utilisera cet ajustable pour l'étalonnage de la température en plongeant le capteur dans plusieurs bains d'eau dont la température ira progressivement de 0 à 50 °C.

Pour finir, on ajuste P3 de manière à ce qu'un voltmètre analogique connecté entre le point + 5D et la broche 3 de IC21, indique environ 0,3 V. L'horloge devrait maintenant fonctionner.

En utilisant des décodeurs 7 segments il est bien évidemment possible de faire en sorte que l'horloge attaque des afficheurs de taille normale; on peut aussi connecter un mini-affichage en parallèle à **jumbo**. ■

Littérature: Afficheurs géants, Elektor Juillet/Août 1985, pages 7-56 et suivantes.

Si au cours des premières heures d'utilisation de l'horloge vous constatez que parmi vos 946 LED il y en a une dizaine qui rendent l'âme, ne vous inquiétez pas outre mesure, car c'est assez normal. Un déchet de 1% n'est pas exceptionnel, surtout dans les lots bon marché. Remplacez les LED défectueuses, et vous constaterez qu'après quelques jours vous serez débarrassés des vilains petits canards. Pour des raisons de manque de place, nous n'avons pas pu reproduire les dessins des pistes et la représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants des circuits imprimés des différents afficheurs utilisés dans ce montage. Il vous suffira d'ouvrir le numéro double de Juillet/Août de cette année, pour pouvoir les contempler.

Vous avez apprécié cette revue, suivez le guide et partagez les vôtres...

Comment faire le vide dans vos placards, contribuer à la collecte du vieux papier et emmener votre bibliothèque (Et celle des autres) en vacances sans payer de surtaxe à l'aéroport.

Chapitre I : Découpage.

Pas le choix, un bon massicot capable de couper 100 pages (Ca existe ?) ou une latte, de préférence en métal, un bon cutter et un support pour épargner votre table de cuisine...

Chapitre II : Scannage.

Si vous ou votre patron avez un scanner **recto-verso** qui converti en pdf passez au chap. III.

Sinon il vous faut au minimum un scanner avec chargeur (Ou être insomniaque). Il est important que le programme de gestion du scanner soit convivial. Pour éviter/réduire les images fantômes du verso de la page qui apparaissent par transparence augmenter lumière et contraste de 10-15 %, ça aide beaucoup.

Scannez toutes les pages (1 pdf par page) impaires dans la directory 1 et renommez le début du fichier (FileRenamer fait ça très bien, increment, step 2, start from 1) : 001, 003, 005... **055**. (Par exemple). Retournez le paquet, scannez dans la directory 2 (A l'envers, la première page scannée sera la dernière du livre!) et renommez à l'envers (FileRenamer : decrement, step 2, start from **56**) : 056, 054, 052... 002. Transférez les deux directories dans une directory commune et fusionnez toutes les pages en un seul fichier avec votre prg favori. (PDF Tools de Tracker Soft fait ça très bien).

Tous les prg cités sont en version d'essai sur eMule ;-)

Chapitre III : Partagez.

Sur Rapidshare & co c'est bien mais encore faut-il trouver les liens et avoir la chance que les fichiers n'aient pas été effacés... à la demande des éditeurs ! Torrent faut chercher beaucoup aussi, eMule il faut un peu de patience mais on trouve tout et tout de suite. Merci de soutenir eMule. Si vous avez des (vieilles) séries genre : Bateaux, Voile Magazine, Motor Boat, Neptune... merci ôssi, ça se fait rare.

Au boulot...

Pour lire les revues un programme léger et très complet : pdfXchange viewer (Pro). A configurer par défaut dans « affichage » : Afficher 2 pages en vis-à-vis + Afficher la couverture en mode vis-à-vis. Vous aurez ainsi à chaque fois les pages paires à gauche et impaires à droite + F12 = plein écran. Pour feuilleter les couvertures sous forme de vignettes un explorateur pas mal : XnView (Affiche à peu près tout ce qui existe.)
Un programme qui fait les deux : Koobit, mais nombre de vignettes limité à 2 lignes.

En ligne prochainement plusieurs centaines de Radio Plans & Elektor depuis les années '70.
Faites une recherche avec « index radio plans electronique maj » ou « index elektor electronique maj » pour la liste complète des sommaires.